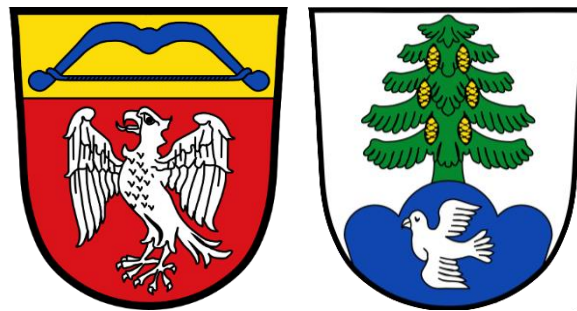


Kläranlage Diepoltskirchen 2.000 EW

**gemeinsame Abwasseranlage der
Gemeinden Falkenberg und Rimbach**

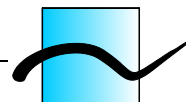


Erläuterungsbericht

Stand: 17.06.2019

Dipl.-Ing. (FH) Franz Schreieder

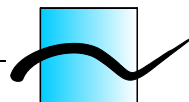
Projekt-Nr. 202017



Inhaltsverzeichnis

1.	ALLGEMEINES	1
1.1	Veranlassung	1
1.2	Vorhabensträger	2
1.3	Zweck des Vorhabens	3
1.4	Einleitbedingungen und Vorflutverhältnisse	3
1.5	Baugrundverhältnisse	4
2.	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DER VORPLANUNG	4
3.	ART UND UMFANG DES VORHABENS	5
3.1	Auslegungsgröße und Bemessungswerte	5
3.2	Beschreibung der Maßnahmen und Fließschemata	7
3.2.1	Maßnahme 1: Zulaufhebwerkwerk (B-1, B-2 und F-1)	7
3.2.2	Maßnahme 2: Betriebsgebäude	8
3.2.3	Maßnahme 3: Kompaktanlage (F-2)	10
3.2.4	Maßnahme 4: Biologische Reinigung – Belebungsbecken als Rundbecken	12
3.2.5	Maßnahme 5: Biologische Reinigung – Nachklärbecken als Rundbecken	19
3.2.6	Maßnahme 6: Schlamm Speicher (B-6 und F-10)	23
3.2.1	Maßnahme 7: Mobile Schlamm entwässerung (F-11 und F-12)	26
3.2.2	Maßnahme 8: Außenanlagen	28
3.2.3	Fließschema	28
3.2.4	Mess- und regeltechnisches Grundkonzept	29
3.3	Grundwasserauftriebssicherung der Bauwerke	30
3.4	Betriebswasserversorgung	31
3.5	Landschaftspflegerische Maßnahmen	31
3.6	Emissionen	31
3.7	Störfallvorsorge	32
3.7.1	Zulaufpumpwerk (F-1)	32
3.7.2	Kompaktanlage (F-2)	32
3.7.3	Belebungsbecken (B-3)	32
3.7.4	Nachklärbecken (B-4)	33
3.7.5	Schlamm Speicher (B-6)	33
3.8	Anfallende Reststoffe	33
3.9	Ex-Schutz	34
4.	TECHNISCHE BERECHNUNGEN	34
4.1	Verfahrenstechnische Berechnungen	34
4.2	Hydraulische Berechnungen	35
4.2.1	Dateien Hydka	35
4.2.2	Rechenelemente	36
4.3	Auslegung Maschinentechnik (Pumpen, Rührwerk)	43





5.	TECHNISCHER BAUABLAUF, PROVISORIEN	43
5.1	Herrichten und Erschließen	43
5.2	Bautechnik	44
5.3	Maschinen- und Elektrotechnik	44
5.4	Außenanlagen	45
6.	ZEITPLAN	45
7.	KOSTENBERECHNUNG	45
7.1	Einflussfaktoren	45
7.2	Kalkulationsgrundlagen	46
7.3	Investitionskostenzusammenstellung	46
8.	ERWARTETE ABLAUFKONZENTRATIONEN	47
9.	ZUSAMMENFASSUNG DER TECHNISCHEN DATEN	47
9.1	Auslegungsgrößen	47
9.2	Bauwerke und maschinentechnische Ausrüstung	48
10.	LITERATUR	49

Verzeichnis Anhang

Anhang 1:	Bemessungswerte	50
Anhang 2:	Verfahrenstechnische Berechnungen	52
Anhang 3:	Auslegung Maschinentechnik	58
Anhang 4:	Hydraulische Berechnung	63
Anhang 5:	Zeitplan	64

Verzeichnis Abbildungen

Abbildung 1:	Prinzipskizze Kompaktanlage (Quelle F. Huber)	14
Abbildung 2:	Beispiel Schwimmschlammräumer (Quelle HiK)	22
Abbildung 3:	Prinzipskizze Trübwasserabzug (Quelle Fa. Kleine)	25

Verzeichnis Tabellen

Tabelle 1:	Anforderung an das Abwasser (AbwV, 2004)	2
Tabelle 2:	In der Vorplanung ausgeschlossene Verfahren	4
Tabelle 3:	Ausbaugröße Kläranlage	6
Tabelle 4:	Bemessungswerte	6
Tabelle 5:	Belebungsbecken und Schlammalter	14
Tabelle 6:	Belebungsbecken, Stickstoffbilanz	15
Tabelle 7:	Auslegung Druckbelüftung	17
Tabelle 8:	Nachklärbecken, verfahrenstechnische Bemessung	20
Tabelle 9:	Schlamm Speicher, verfahrenstechnische Bemessung	24
Tabelle 10:	Schlamm entwässerung, verfahrenstechnische Bemessung	27
Tabelle 11:	Gesamtkosten Brutto	47



1. Allgemeines

1.1 Veranlassung

Die Gemeinden Falkenberg und Rimbach planen, auf dem Gemeindegrundstück Flurnummer 1676/2 eine Kläranlage für den Ortsteil Diepoltskirchen zu errichten. Der geplante Kläranlagenstandort liegt im Mündungsbereich des Rohrbaches in den Rimbach.

Eine Mischwasserberechnung nach ATV Arbeitsblatt A 128 (1992) ist durch das Ingenieurbüro Franz Schreieder bereits erfolgt, ebenso wurde im Oktober 2017 ein Vorentwurf abgegeben. Weiterhin wurde eine hydraulische 2D Berechnung des Abflusses im Hochwasserfall durch das Büro S2, beratende Ingenieure Stelzenberger, Scholz und Schmid, erstellt.

Die Vorentwurfsplanung ergab bei allen untersuchten Varianten den Neubau eines kleinen Betriebsgebäudes sowie eine mechanische Behandlung des anfallenden Abwassers mittels Kompaktanlage. Weiterhin wurde aus Kostengründen die Variante „Rundes Belebungsbecken und rundes horizontal durchströmtes Nachklärbecken mit Räumler“ als biologische Reinigungsstufe empfohlen. Zusätzlich wird ein Schlamm Speicher für den anfallenden Überschussschlamm erstellt.

1.2 Vorhabensträger

Vorhabensträger ist die

Gemeinde Falkenberg

Sommerstraße 15

84326 Falkenberg

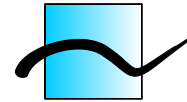
Ansprechpartnerin ist

Frau Bürgermeisterin Anna Nagl

Tel. 08727 9604-0

E-Mail: info@vg-falkenberg.de





1.3 Zweck des Vorhabens

Zweck des Vorhabens ist es, eine neue Kläranlage nach dem Stand der Technik zu errichten.

1.4 Einleitbedingungen und Vorflutverhältnisse

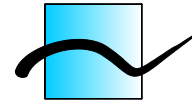
Gemäß LfU-Merkblatt 4.4/22 ergeben sich für die geplante Kläranlagenausbaugröße von 2000 EW₆₀ hinsichtlich der Reinigungsleistung folgende Anforderungen (Stufe 3):

Tabelle 1: Anforderung an das Abwasser (AbwV, 2004)

Chemischer Sauerstoffbedarf:	CSB ≤	90 mg/l
Biochemischer O ₂ -Bedarf in 5 Tagen	BSB ₅ ≤	20 mg/l
Ammoniumstickstoff:	NH ₄ -N ≤	Ausbau und Betrieb mit Nitrifikation
Stickstoff, gesamt:	NH ₄ -N+NO _x -N ≤	Ausbau und Betrieb mit Denitrifikation, Wert ist zu erklären.
Phosphor, gesamt:	P _{ges} ≤	2 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	AFS ≤	- mg/l

Das für die Einleitung des Abwassers der Kläranlage benutzte Gewässer ist der Rimbach. Im Bereich Horading Haus Nr. 2 ist eine Staustufe des Rimbachs vorhanden. Evtl. sind hier Renaturierungsmaßnahmen erforderlich. Die Planung der Kläranlage ist jedoch hiervon nicht betroffen.





1.5 Baugrundverhältnisse

Im April 2018 wurde vom Büro Detlev Schilling, Fürstenzell eine geotechnische Untersuchung durchgeführt und in einem Bericht zusammengefasst. Demnach stellt sich auf 418,5 m.ü.N.N ein mittlerer Grundwasserstand mit einer Schwankung von ± 1 m ein. Der tragfähige Boden beginnt bei ca. 416,5 m.ü.N.N.

Die Gründungsmaßnahmen der nachfolgenden, neu zu errichtenden Bauwerken sind nach den Empfehlungen des genannten Bodengutachtens durchzuführen.

2. Zusammenfassung der Ergebnisse der Vorplanung

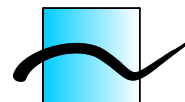
Die Gemeinden Falkenberg und Rimbach planen, auf dem Gemeindegrundstück Flurnummer 1676/2 eine neue Kläranlage zu errichten. Eine Mischwasserberechnung nach ATV Arbeitsblatt A 128 ist ebenfalls durchgeführt worden..

Bei allen untersuchten Varianten des Neubaus der Kläranlage sind ein kleines Betriebsgebäude sowie eine mechanische Behandlung des anfallenden Abwassers mittels Kompaktanlage erforderlich.

Untersucht und bemessen wurden in der Vorplanung von 2017 die Varianten „Belebungsanlage“ mit einigen Untervarianten, „SBR-Anlage“, „Rotationstauchkörperanlage“ sowie „Membranbelebungsanlage“. Der anfallende Überschussschlamm im Belebtschlamm- und SBR-Verfahren wird aerob stabilisiert, damit es bei der anschließenden Entsorgung zu keinen weiteren Abbauprozessen und somit zu keinen Geruchsbelästigungen kommt. Dabei werden durch anhaltende Belüftung und ein hohes Schlammalter > 25 d die im Klärschlamm enthaltene organische Substanzen zu humusartigen und zu mineralischen Endprodukten umgewandelt. Die Umwandlung erfolgt durch aerobe Abbauprozesse. Durch das Abklingen der biologischen Aktivität wird der Klärschlamm lagerfähig.

Für die Zwischenlagerung und Eindickung des aerob stabilisierten Schlammes wird ein kleiner Schlammstapelbehälter gebaut. Der Schlamm kann dann extern entwässert und entsorgt werden. Optional sollte eine Schneckenpresse zur Entwässerung des Schlammes vorgesehen werden.



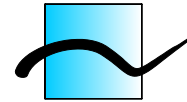


Folgende Verfahren wurden untersucht, jedoch aufgrund verschiedener Defizite nicht für den Neubau der Kläranlage Falkenberg/Diepoltskirchen empfohlen:

Tabelle 2: In der Vorplanung ausgeschlossene Verfahren

Nr.	Verfahren	Ausschlussgrund
1.1	Außenliegendes Belebungsbecken, innenliegendes Nachklärbecken	Hohe Investitionskosten, flaches Belebungsbecken, Nachklärbecken nicht streng horizontal durchströmt
1.2	Rechteckiges Belebungsbecken, horizontal durchströmtes Nachklärbecken	Hohe Investitionskosten da Nachklärbecken überdimensioniert
1.3	Rundes Belebungsbecken, vertikal durchströmtes Nachklärbecken	Hohe Investitionskosten da Nachklärbecken sehr tief wird
1.4	Rundes Belebungsbecken, horizontal durchströmtes Nachklärbecken	Günstigste Variante
2	SBR-Verfahren mit Zu- und Ablaufspeicher	Hohe Investitionskosten da Zu- und Ablaufspeicher erforderlich
3	Rotationstauchkörper	Keine gesteuerte Nitrifikation und Denitrifikation möglich, sehr hohe Tauchkörperfläche erforderlich
4	Membranbelebung	Hohe Investitionskosten durch Membran, hoher Wartungsaufwand.

Aus Kostengründen wurde die Variante 1.4, rundes Belebungsbecken und rundes horizontal durchströmtes Nachklärbecken mit Räumern empfohlen.



3. Art und Umfang des Vorhabens

Die alte Kläranlage der Gemeinden Falkenberg und Rimbach wird aufgelöst und leitet zukünftig ihr Abwasser zusammen mit dem Abwasser aus Unterrohrbach und aus Kronleiten in die neue Kläranlage, Standort Diepoltskirchen ein.

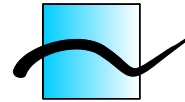
Es werden folgende Anlagenteile neu errichtet:

- Betriebsgebäude mit Elektroraum, Lager und Werkstatt, Labor, Umkleide, WC, Schaltwarte, Kompaktanlage und P-Fällung.
- Zulaufhebewerk ausgeführt als Zulaufschacht mit Pumpschacht , jeweils rechteckig.
- Kompaktanlage zur mechanischen Abwasserbehandlung (Siebung und Sandfang)
- Belebungsbecken rund, D = 14,5 m
- Rücklaufschlamm- und Überschussschlammumpwerk mit Gebläseraum
- Druckluftversorgung mit Gebläse
- Nachklärbecken rund, D = 11 m
- Schlamm Speicher rund, D = 10 m
- Mobiler Entwässerungscontainer und Schlammcontainer

Ggf. kann zu einem späteren Zeitpunkt noch ein kleiner Filtratspeicher errichtet werden, um das bei der Schlamm entwässerung anfallende Filtrat verzögert in den Zulauf zur Kläranlage geben zu können.

3.1 Auslegungsgröße und Bemessungswerte

Im Rahmen der Entwurfsplanung wurde die endgültige Ausbaugröße der neuen Kläranlage auf 2.000 EW festgelegt und es wurden verfahrenstechnische Berechnungen nach den einschlägigen Regelwerken der DWA durchgeführt.



Die Einwohnerbelastung setzt sich wie folgt zusammen:

Tabelle 3: Ausbaugröße Kläranlage

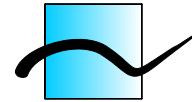
Bereits an die alte Kläranlage angeschlossene Einwohner	E	1230
Noch nicht angeschlossene, jedoch vorhandene Einwohner	E	35
Gasthaus Rimbach, EW	E	350
Gasthaus Diepoltkirchen, EW	E	60
Gasthaus Unterrohrbach/ Rattenbach, EW	E	64
Zwischensumme	E	1739
Erweiterung 15%	E	261
Ausbaugröße EW	E	2000

In der Tabelle 4 sind die Bemessungswerte mit einem angenommenen Fremdwasseranteil von 25% aufgeführt.

Tabelle 4: Bemessungswerte

Zusammensetzung Rohabwasser :					
			Konzentr.	Fracht	Spez. Fracht
			mg/l	kg/d	g/(E·d)
Einwohnerwerte	EW	:	2000	E	
Fremdwasseranteil	$Q_F/Q_{d,TW}$:	25%		
Abwasseranfall TW	$Q_{d,TW}$:	372	m ³ /d	
Abwasseranfall TW	$Q_{d,TW}$:	33,0	m ³ /h	
Mischwasserzufluss	Q_M	:	17,00	l/s	
Mischwasserzufluss	Q_M	:	61,2	m ³ /h	
CSB	homogenisiert	:	645,2	240	120,0
BSB ₅	homogenisiert	:	322,6	120	60,0
Abf. Stoffe	homogenisiert	:	376,3	140,0	70,0
KN	homogenisiert	:	59,1	22,0	11,0
P _{ges}	homogenisiert	:	9,7	3,6	1,8





Die Zulauffrachten zur Kläranlage ergeben sich aus den spezifischen Frachten nach ATV DVWK A 198 (2003). Der Trockenwetterzufluss ergibt sich zu 372 m³/d, hieraus und aus den Zulauffrachten konnten die Zulaufkonzentrationen berechnet werden. Der Mischwasserzufluss wurde anhand einer Mischwasserberechnung des Kanalnetzes ermittelt und beträgt 17 l/s bzw. 61,2 m³/h. Davon kommen 12 l/s aus dem Mischsystem der alten Kläranlage und 5 l/s aus den Trennsystemen von Unterrohrbach und Kronleiten.

3.2 Beschreibung der Maßnahmen und Fließschemata

3.2.1 Maßnahme 1: Zulaufhebwerkwerk (B-1, B-2 und F-1)

Verfahrenstechnik

Die drei Zuläufe zur neuen Kläranlage (Zulauf alte Kläranlage, Zulauf Unterrohrbach und Zulauf Kronleiten) laufen im Zulaufschacht B-1 zusammen und werden zum direkt angrenzenden Pumpenschacht B-2 geführt. Von dort fördern zwei trocken aufgestellt Kreiselpumpen (F-1) den Zufluss in die Kompaktanlage (F-2). Die Sohlkote des Pumpensumpfs beträgt ca. 416,0 m.ü.N.N, die geodätische Förderhöhe der beiden Pumpen ca. 7,5 m. Die beiden Pumpen werden als selbstansaugende horizontale oder vertikale einstufige Kreiselpumpen als Blockpumpenaggregat mit verschiedenen Laufradformen in explosionsgeschützter Ausführung errichtet und haben eine Förderleistung von je 62 m³/h, es reicht also eine Pumpe, um den gesamten Zulauf bei Mischwasser zu heben.

Das Zulaufpumpwerk könnte auch mit Zulaufschnecken ausgestattet werden. Jede Schnecke hätte einen Durchmesser von ca. 400 mm und einen Aufstellwinkel von ca. 30° bis 35°. Die Schneckenlänge beträgt je nach Aufstellwinkel zwischen 8 m und 9,5 m.

Aus Kostengründen wird im Entwurf die Variante der getauchten Kreiselpumpen favorisiert.

Bautechnik

Es wird ein neuer rechteckiger Schacht mit zwei Teilschächten und zwei Einstiegen (Zulaufschacht B-1 und Pumpschacht B-2) für die drei Zuleitungen und die zwei Pumpen gebaut.





Der Zulaufteil des Schachtes weist die Maße 1,2 m x 2,5 m auf, der Pumpschacht die Maße 2,5 m x 2,5 m. Beide Schächte sind geschlossen und erhalten je einen Einstieg. Die Höhenkoten sind wie folgt:

- Gelände aufgeschüttet: 421,50 m.ü.N.N
- Zuleitungen: 417,20 m.ü.N.N
- OK Kompaktanlage: ca. 423,9 m. ü. N.N

Maschinentechnik

Für das Pumpwerk sind zwei redundante horizontale selbstansaugende Kreiselpumpen, offenes oder halb offenes Laufrad (F-1) a mit Ex-Schutz mit einer Förderleistung von je 62 m³/h notwendig.

Elektrotechnik

Für den Anschluss der Zulaufpumpen ist eine Spannungsversorgung notwendig. Die Pumpen werden über eine Füllstandsmessung im Zulaufschacht geregelt.

3.2.2 Maßnahme 2: Betriebsgebäude

Bautechnik

Als Betriebsgebäude ist ein Gebäude in Massivbauweise geplant. Das Gebäude beinhaltet folgende Bereiche bzw. Räume:

1. Kompaktanlage mit Strom- und Brauchwasseranschluss
2. Schaltschränke (Elektroraum)
3. Werkstatt und Lagerraum
4. Kleines Labor
5. Umkleide und Toilette, ggf. Dusche
6. Schaltwarte

Das geplante Betriebsgebäude ist im Lageplan ersichtlich und im Detailplan DP02 ersichtlich.





Elektrotechnik

Es muss ein Stromversorgungskabel von der Zähleranschlusssäule zum Betriebsgebäude entsprechend dem Leistungsbedarf der Aggregate verlegt werden.

Bei Ausfall der öffentlichen Stromversorgung sollte ein transportables Notstromaggregat eingesetzt werden. Das Aggregat wird vom Elektroplaner ausgelegt.

Zur Steuerung der Anlage im Verbund wird eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) vorgesehen. Die Vorgaben der Verfahrenstechnik werden in einem anwenderspezifischen Programm realisiert. Optimierungen können dadurch weitgehend ohne Änderungen an der Hardware umgesetzt werden.

Zur Begrenzung der maximalen elektrischen Leistung werden einige Verbraucher wie z.B. die elektrische Heizung für das Betriebsgebäude per Lastabwurf gesteuert. Der max. Strombedarf der Anlagentechnik wird auf Grundlage der aktuellen Leistungsangaben der Aggregate der Verfahrenstechnik errechnet, siehe Elektroplanung.

Erfasste Störmeldungen sollten als Sammelstörung per Mobilfunk an den Bereitschaftsdienst gemeldet werden. Die Gemeinde stellt dazu einen Mobilfunkvertrag zur Verfügung. Betriebsmeldungen und Datenübertragung zur Archivierung sind nicht vorgesehen. Die detaillierte Planung hierzu findet sich in der Elektroplanung.

Vor Ort wird die Anlage in einem Bildschirm / Touch Panel visuell dargestellt. Eine Visualisierung auf einem Laptop oder PC in der Gemeindeverwaltung ist derzeit nicht vorgesehen, die detaillierte Planung obliegt dem Elektroplaner.

Verschieden Betriebsdaten sollten per WLAN / Bluetooth an den vorhandenen Laptop im Betriebsgebäude auf manuellen Anstoß übertragen werden. Der Laptop und die Software für die Weiterleitung der Daten an die Behörde werden durch die Gemeinde bauseits gestellt. Die Verfahrenstechnik gibt die zu übertragenden Werte vor.



3.2.3 Maßnahme 3: Kompaktanlage (F-2)

Verfahrenstechnik

Vom Zulaufpumpwerkwerk wird das Rohabwasser in eine Kompaktanlage (F-2) bestehend aus Sieb (6 mm) und Langsandfang mit einem maximalen Durchsatz von 17 l/s geleitet. Dort wird das Abwasser im Sieb von Grobstoffen und im Langsandfang ohne Belüftung von Sand befreit, um die nachfolgende biologische Anlage vor Störungen infolge von Abrasion und Verzopfungen zu schützen. Die Abscheideleistung nach DWA (2008) bei Q_m muss mindestens 90 % in der Kornklasse 0,20 bis 0,25 mm betragen.

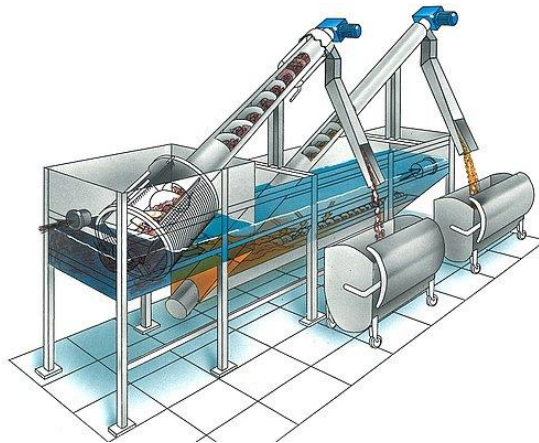


Abbildung 1: Prinzipskizze Kompaktanlage (Quelle F. Huber)

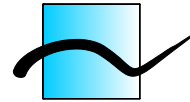
Bautechnik

Die neue Kompaktanlage, z.B. eine Ro5 mit einer Sandfanglänge von 4700 mm wird im Betriebsgebäude (B-2) errichtet.

Maschinentechnik

Die Kompaktanlage (F-2) weist folgende Merkmale und Anlagenteile auf:

- Abwasserfeinsiebung 6 mm
- Siebgutwäsche und -entwässerung
- Sandabscheidung und -klassierung im Langsandfang mit einer Länge von 4700 mm.
- Sandklassierung, -wäsche und -kompaktierung
- Fettabscheidung wegen angeschlossener Gasthäuser mit Fettförderpumpe
- Maximale Durchsatzleistung 17 l/s



- Komplette hygienegekapselt
- Aufstellung im neuen Betriebsgebäude mit OK Kompaktanlage auf ca. 423,9 m.ü.N.N bzw. WSP Kompaktanlage ca. 423,16 m.ü.N.N (ca. 1,5 m.ü. GOK)
- Komplette (auch die Klassierschnecke) aus Edelstahl

Für den Anschluss der Kompaktanlage sind neue Rohrleitungen sowie Armaturen erforderlich. Sie werden in DN 200 (Innenmaß) ausgeführt.

Für die Reinigung der Kompaktanlage ist ein Brauchwassersystem (Wasser aus dem Ablauf des Nachklärbeckens) erforderlich, siehe Kapitel 3.4.

Elektrotechnik

Für die Kompaktanlage ist eine Spannungsversorgung sowie eine elektrische Steuerung erforderlich. Der Schaltschrank wird im E-Raum im Betriebsgebäude aufgestellt. Die Steuerung sowie die dafür notwendigen messtechnischen Ausrüstungen erfolgt nach Angaben des Lieferanten. Störmeldungen werden an die Steuerung im Betriebsgebäude weitergeleitet. Die elektrische Schalt- und Steueranlage enthält folgende Komponenten:

- Schaltschrank
- Hängedrucksonde
- Vor-Ort-Schalter

Zur Regelung und Überprüfung der Zulaufpumpen wird der neue Zulaufschacht (B-1) mit einer Füllstandsmessung ausgestattet. Zudem wird in dem Zulaufschacht (B-1) ein Benzinsensordetektor angebracht, der beim Detektieren von Benzin die Zulaufpumpen stoppt. So wird verhindert, dass sich explosionsgefährliche Atmosphären bilden.





3.2.4 Maßnahme 4: Biologische Reinigung – Belebungsbecken als Rundbecken (B-3 und F-3 bis F-5, F 11)

Verfahrenstechnik

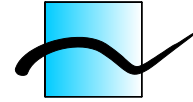
Im runden Belebungsbecken (B-3) erfolgt die biologische Reinigung des Abwassers. Sogenannte heterotrophe und autotrophe Mikroorganismen (Bakterien, Protozoen, etc.), die als Belebtschlamm bezeichnet werden, reinigen das Abwasser von Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorverbindungen. Dabei handelt es sich um einen natürlichen Reinigungsprozess wie in Fließgewässern. Im Belebungsbecken läuft dieser Prozess allerdings viel intensiver, konzentrierter und schneller ab.

Die Schadstofffrachten aus Tabelle 4 dienen den Mikroorganismen als Nahrungsquelle. Sie speichern diese in ihren Zellen und bauen sie schrittweise ab. Man bezeichnet diesen Vorgang auch als Veratmung oder aerobe Respiration. Der für diese Reinigungsprozesse benötigte Luftsauerstoff wird über Gebläse (F-3) und heraushebbare feinblasige Druckbelüfter (F-4), z.B. Belüfterplatten, in das Belebungsbecken eingetragen. Der sogenannte Rücklaufschlamm aus dem Nachklärbecken gelangt ebenfalls in das Belebungsbecken und führt aktive Biomasse zurück. Dies stellt sicher, dass immer ausreichend viele Mikroorganismen im Belebungsbecken vorhanden sind. Der bei der Veratmung entstehende Überschussschlamm wird mittels Überschussschlamm-pumpen (F-6) abgezogen und in einen Schlamm-speicher (B-6) gepumpt.

Im Belebungsbecken werden Kohlenstoff, sowie durch die Prozesse Nitrifikation und intermittierende Denitrifikation Stickstoff entfernt. Der gelöste Phosphor wird zum Teil in die Zellen der Biomasse inkorporiert und mit dem Überschussschlamm ebenfalls eliminiert. Weiterhin wird eine Phosphatfällung mittels Eisen- und Aluminiumsalzen vorgesehen.

Im Wesentlichen werden die Phosphate z. B. mit Aluminiumsulfat, Eisen(III)-Chlorid oder Kalk gefällt. Die Phosphatelimination wird gleichzeitig mit der biologischen Abwasserreinigung im Belebungsbecken (sog. Simultanfällung) durchgeführt. Es wird insbesondere beim Belebungsverfahren und in Tauchkörperanlagen eingesetzt. Die flüssigen Fällmittel werden in das Belebungsbecken in den Zulauf oder in die Leitung des Rücklaufschlammes dosiert. Durch die Rückführung des Rücklaufschlammes erfolgt beim Belebungsverfahren eine weitgehende Ausnutzung des Fällmittels. Hier spielt der Erhalt der Flockenstruktur eine bedeutende Rolle. Durch die Fällmittelzugabe wird der anorganische Anteil des Feststoffgehaltes





im Belebungsbecken erhöht. Dies ist bereits bei der Auslegung der biologischen Stufe hinsichtlich Wirkungsgrad, Schlammbelastung und Schlammalter zu berücksichtigen. Bei der Auswahl der Fällmittel ist zu berücksichtigen, dass keine den biologischen Prozess störenden Nebenwirkungen, wie z. B. starke pH-Wert Verschiebungen, auftreten.

In Tabelle 5 ist der verfahrenstechnische Nachweis des Belebungsbeckens mit einem Volumen von 826 m³ dargestellt. Es ergibt sich ein gesamtes Schlammalter von > 24 d, d.h. der anfallende Überschussschlamm ist sicher aerob stabilisiert.

In Tabelle 6 ist die Stickstoffbilanz dargestellt. Durch intermittierende Denitrifikation mit einem Denitrifikationsteil von ca. 33% (ein Drittel der Zeit) werden ca. 75 % des Stickstoffs entfernt.



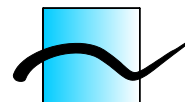


Tabelle 5: Belebungsbecken, Überschussschlammproduktion und Schlammalter

Belebungsbecken			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Belebungsbecken					
Gesamtvolumen Belebungsbecken		V_{BB}	826	826	826
Denitrifikationsvolumen		V_D	275	275	275
Nitrifikationsvolumen		V_N	551	551	551
Denitrifikationsanteil		V_D/V_{BB}	33%	33%	33%
Feststoffgehalt im Belebungsbecken		TS_{BB}	3,4	3,4	3,4
Schlammmasse im Belebungsbecken		$M_{TS, BB}$	2783	2783	2783
Überschussschlamm \dot{U}_{dC}					
			8,0 °C	12,0 °C	20,0 °C
Glühverlust der gebildeten Biomasse		GV_{BM}	80%	80%	80%
Anteil anorg. Stoffe an den abf. Stoffen ZB		f_B	0,30	0,30	0,30
Verhältnis CSB/oTS im ÜSS		CSB/oTS	1,45	1,45	1,45
Verhältnis $(\dot{U}_{dC} - X_{anorg, TS, ZB}) / X_{CSB, \dot{U}S}$		f_x	0,86	0,86	0,86
Gesamtschlammalter Belegung		t_{TS}	24,0	25,0	26,6
Temperaturfaktor		F_T	0,615	0,812	1,416
Ertragskoeffizient für abb. CSB		Y	0,67	0,67	0,67
Zerfallskoeffizient bei 15°C		b	0,17	0,17	0,17
CSB der Biomasse		$X_{CSB, BM}$	37,6	29,6	17,8
		$X_{CSB, BM}$	101,0	79,6	47,9
Inerter CSB aus endogenem Zerfall		$X_{CSB, inert, BM}$	18,9	20,4	22,8
		$X_{CSB, inert, BM}$	50,7	54,9	61,3
Schlammproduktion als CSB		$X_{CSB, \dot{U}S}$	88,5	82,2	72,7
		$X_{CSB, \dot{U}S}$	237,9	220,9	195,4
Masse der als ÜS gebildeten Feststoffe		\dot{U}_{dC}	109	104	97
		$C_{\dot{U}S, C}$	294	281	261
P-Elimination und Überschussschlamm \dot{U}_{dP}					
Ablaufkonzentration Phosphor		$C_{P, AN}$	4,00	4,00	4,00
		P_{AN}	1,49	1,49	1,49
Anteil Inkorporation Biomasse		$i_{P, BM}$	0,010	0,010	0,010
Anteil vermehrte biologische Aufnahme		$i_{P, BioP}$	0	0	0
Verhältnis $X_{P, BM}/C_{CSB, ZB}$		$X_{P, BM}/C_{CSB, ZB}$	0,005	0,004	0,004
Verhältnis $X_{P, BioP}/C_{CSB, ZB}$		$X_{P, BioP}/C_{CSB, ZB}$	0,000	0,000	0,000
Inkorporation Biomasse		$X_{P, BM}$	2,9	2,8	2,6
Vermehrte biologische Aufnahme		$X_{P, BioP}$	0,0	0,0	0,0
Mit Fällung zu eliminierender Phosphor		$X_{P, Fall}$	2,74	2,87	3,06
			1,0	1,1	1,1
			0,03	0,03	0,04
Fällmittelüberschuß		β	150%	150%	150%
Fällmittelanteil Al^{3+}/Me^{3+}		a_{Al}	20%	20%	20%
Fällmittelanteil Fe^{3+}/Me^{3+}		a_{Fe}	80%	80%	80%
Fällmittelbedarf Me^{3+}		Me^{3+}	0,05	0,05	0,06
Fällmittelbedarf Al^{3+}		Al^{3+}	0,01	0,01	0,01
		Al^{3+}	0,27	0,28	0,30
Fällmittelbedarf Fe^{3+}		Fe^{3+}	0,04	0,04	0,04
		Fe^{3+}	2,2	2,3	2,5
Überschussschlammfall P-Elimination		\dot{U}_{dP}	6,6	6,9	7,4
Gesamtüberschussschlammfall und Schlammalter					
Prozessfaktor gew. für Spitzenfaktor $f_N =$		2,00	8,0 °C	12,0 °C	20,0 °C
Überschussschlamm C-Elimination		\dot{U}_{dC}	109	104	97
Überschussschlammfall P-Elimination		\dot{U}_{dP}	7	7	7
Überschussschlammfall gesamt		\dot{U}_{d}	116	111	105
Gesamtschlammalter		t_{TS}	24,0	25,0	26,6
Aerobes Schlammalter für Nitrifikation		$t_{TS, aerob}$	16,0	16,7	17,8

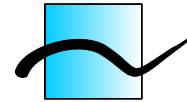
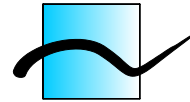


Tabelle 6: Belebungsbecken, Stickstoffbilanz

Stickstoffbilanz und Nitrifikation			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Ablaufkonzentration	NH ₄ -N	S _{NH₄,AN}	0,5	0,5	0,5
Ablaufkonzentration	N _{org}	X _{orgN,AN} + S _o	1,5	1,5	1,5
N-Anteil in gebildeter Biomasse		X _{orgN,BM} /X _{CSB}	0,07	0,07	0,07
N-Anteil an inerten partikulären Fraktionen		X _{orgN,inert} /X _{CS}	0,03	0,03	0,03
In Biomasse eingebaute N-Fracht		X _{orgN,BM}	7,1	5,6	3,3
N-Fracht der inerten partikulären Fraktionen		X _{orgN,inert}	4,1	4,2	4,4
Zu nitrifizierender Stickstoff		S _{NO₃,D} + S _{NO}	46,0	47,3	49,4
		N_{nitrifiziert}	17,1	17,6	18,4
Nitratstickstoff im Zulauf Belebung		S _{NO₃,ZB}	0,0	0,0	0,0
		NO ₃ -N _{ZB}	0,0	0,0	0,0
Sauerstoffverbrauch C-Abbau und Denitrifikation (intermittierend)			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Sauerstoffverbrauch C-Abbau gesamt		OV _C	140,3	146,7	156,1
			377,2	394,3	419,7
Sauerstoffverbr. leicht abbaubare Fraktionen		OV _{C,la,int}	0,0	0,0	0,0
			0,0	0,0	0,0
Anteil leicht abb. CSB an gesamtem abb. CSB		f _{CSB}	0,20	0,20	0,20
Sauerstoffverbrauch in DN-Zone		OV _{C,D,int}	35,0	36,6	39,0
Denitrifizierbarer Stickstoff		S _{NO₃,D,vorg,max}	32,9	34,4	36,6
			12,3	12,8	13,6
Denitrifikationsgrad aus C-Atmung		η _{D,max}	71,7%	72,7%	74,2%
Denitrifizierter Stickstoff		S _{NO₃,D,vorg}	32,9	34,4	36,6
			12,3	12,8	13,6
Ablaufwerte Stickstoff					
	Ammoniumstickstoff	S _{NH₄,AN}	0,5	0,5	0,5
	Nitratstickstoff	S _{NO₃,AN}	13,0	12,9	12,7
	Organischer Stickstoff	X _{orgN,AN} +S _{org}	1,5	1,5	1,5
	Gesamt-Stickstoff	N	15,0	14,9	14,7
	Anorgan. Stickstoff	S _{anorgN,AN}	13,5	13,4	13,2
Abbaugrad Stickstoff in Belebung		η _{N,ges}	75%	75%	75%

Im Belebungsbecken ist auch ein Rührwerk (F-5) notwendig, welches während der Denitrifikationsphase im intermittierenden Betrieb läuft.





Der Zulauf erfolgt kontinuierlich über die Zulaufpumpen (F-1), welche vor der Kompaktanlage (F-2) in einem Pumpenschacht (B-1) angeordnet sind.

Der Überschussschlamm wird mittels zweier Überschussschlammumpen (eine Reserve) (F-6) abgezogen, siehe Kapitel 3.2.5.

Bautechnik

Das Belebungsbecken wird als rundes Becken mit einem Innendurchmesser von 14,5 m und einer Wassertiefe von 5 m ausgeführt. Das nutzbare Volumen des Beckens beträgt 826 m³.

Die Wasseroberfläche befindet sich laut hydraulischer Berechnung auf 422,3 m.ü.N.N. Die Bauwerksoberkante befindet sich auf 422,8 m.ü.N.N

Maschinentchnik

Die Sohle des runden Belebungsbeckens wird mit Druckbelüftern belegt, die im Betrieb heraushebbar sind. Erforderlich sind nach Tabelle 7 ca. 60 Plattenbelüfter (F-4) und drei Gebläse (F-3) mit einem Betriebsvolumenstrom von je 210 m³/h (3,5 m³/min). Möglich wäre hier der Einsatz von Drehkolbengebläsen der Firma Aerzener, z.B. ein GM 4S/DN 80 mit 7,5 kW Motorleistung.

Die Phosphatfällungsanlage (F-11) wird in einem kleinen Fertigteilgebäude neben dem Belebungsbecken installiert. Die Auffangwanne aus Stahl besitzen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

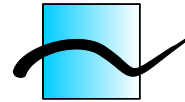
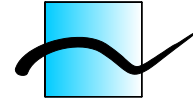


Tabelle 7: Auslegung Druckbelüftung

Belüftung			Belüftung		
			T = 8,0 °C	T = 12,0 °C	T = 20,0 °C
Höhe		H	: 420	420	420
Außenlufttemp.		T _A	: 10	15	25
Atmosphärendruck		p	: 964	964	964
Luftfeuchtigkeit		f	: 70%	70%	70%
Dampfdruck		p _D	: 12	17	30
Einblastiefe		h _E	: 4,7	4,7	4,7
max. Luftvolumenstrom unter Normbedingungen			354	382	419
min. Luftvolumenstrom unter Normbedingungen			276	306	336
Anzahl Gebläse gesamt (inkl. 1 Reserve)		n	: 3	3	3
Luftvolumenstrom Gebläse gewählt		Q _{L,G1}	: 210	210	210
Betriebsvolumenstrom Gebläse		Q _{L,B1}	: 231	236	246
Luftvolumenstrom unter Normbedingungen gesamt		Q _{L,Gesamt}	: 420	420	420
Auslastung		-	: 84%	91%	100%
Einblastiefe		h _E	: 4,7	4,7	4,7
Gegendruck Einblastiefe		Δh	: 470	470	470
Druckverluste Leitung/Armaturen		Δp _{Ltg}	: 50	50	50
Druckverluste Belüfter		Δp _{Bel}	: 80	80	80
Druckdifferenz		Δp	: 600	600	600
Breite Plattenbelüfter		B _{Bel}	: 0,20	0,20	0,20
Länge Plattenbelüfter		L _{Bel}	: 1,10	1,10	1,10
Fläche je Belüfter		A _{Bel}	: 0,22	0,22	0,22
max. Beaufschlagung je Belüfter		q _{L,Bel.}	: 5,90	6,37	6,99
Anzahl Becken		n _{Becken}	: 1	1	1
Belüfter gesamt		n _{Bel,ges}	: 60	60	60
Gewählte Belüfter je Becken		n _{Bel,N}	: 60	60	60
Fläche Belüfter gesamt		A _{bel,B}	: 13,2	13,2	13,2
Grundfläche Belebungsbecken		A _{BB}	: 165,1	165,1	165,1
Belegungsdichte		-	: 8%	8%	8%





Der Abzug aus dem Belebungsbecken kann über einen kastenförmigen Überlauf (L x B = 0,8 m x 0,8 m) erfolgen, die Leitung zum Nachklärbecken sollte DN 200 aufweisen.

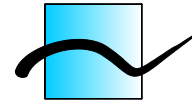
Das Belebungsbecken wird mit einem Rührwerk (F-5) mit einer Leistung von maximal 4 kW ausgestattet.

Die Leitungsdurchmesser sind wie folgt:

- Kompaktanlage – Belebungsbecken: DN 200
- Belebungsbecken - Nachklärbecken: DN 200
- Luftleitungen: DN 80

Elektrotechnik

Für die Gebläse (F-3) und das Rührwerk (F-5) ist eine Spannungsversorgung notwendig. Im Belebungsbecken (B-3) sind eine Sauerstoffmesssonde, eine Ammonium- und Nitratsonde sowie eine pH-Wert-Messung enthalten.



3.2.5 Maßnahme 5: Biologische Reinigung – Nachklärbecken als Rundbecken (B-4 und F-6 bis F-9) und Rücklauf- und Überschussschlammumpwerk (B-6)

Verfahrenstechnik

Im Nachklärbecken (B-4) findet neben der Trennung des belebten Schlammes vom Klarwasser eine Eindickung des abgesetzten Schlammes statt und bei Mischwasser können erhöhte Mengen an Belebtschlamm zwischengespeichert werden. Ein Teil des abgesetzten Schlammes wird als Rücklaufschlamm in das Belebungsbecken (B-3) zurückgeführt, ein Teil wird als Überschussschlamm dem System entnommen. Hierfür werden je zwei Überschussschlamm- und zwei Rücklaufschlammumpen (F-6 und F-7) in einem separaten Rücklaufschlammumpwerk zwischen Belebungs- und Nachklärbecken installiert, jeweils eine Pumpe dient als Reserve.

Das Nachklärbecken wird als rundes Becken mit Räumer (F-9) und Schwimmschlammräumung (F-8) ausgeführt. Eine verlässliche Schwimmschlammräumung ist notwendig, um die Ablaufqualität niedrig zu halten. Das Becken liegt im Übergangsbereich zwischen horizontal und vertikal durchströmt, siehe Tabelle 5 DWA A 131. Das Verhältnis Vertikalkomponente zu Horizontalkomponente beträgt 0,45

Die verfahrenstechnische Berechnung des Beckens ist in Tabelle 8 zusammengefasst. Die Berechnung wurde für drei Schlammindexwerte, 90, 120 und 150 ml/g durchgeführt. In allen Fällen liegt die Oberflächenbeschickung mit 0,64 m/h unter dem zulässigen Wert von ca. 1,85 m/h und die erforderliche Beckentiefe unter der vorhandenen Beckentiefe von 3,67 m bei 2/3 des Fließweges.



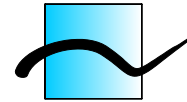
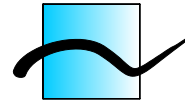


Tabelle 8: Nachklärbecken, verfahrenstechnische Bemessung

			Ausbau	Ausbau	Ausbau
1. Beckengeometrie					
Anzahl Becken	n	-	1	1	1
Durchmesser	D	m	11,00	11,00	11,00
Oberfläche gesamt	$A_{\text{NKB,ges}}$	m ²	95,0	95,0	95,0
Randtiefe NKB	h_{Rand}	m	3,50	3,50	3,50
Beckentiefe am Einlauf	h_{Trichter}	m	4,00	4,00	4,00
Gefälle Beckensohle	p	%	9,1%	9,1%	9,1%
Beckentiefe bei 2/3 des Fließweges	$h_{2/3}$	m	3,67	3,67	3,67
2. Hydraulik			Ausbau	Ausbau	Ausbau
max. Mischwasserzufluss	Q_m	m ³ /h	61,2	61,2	61,2
		l/s	17,0	17,0	17,0
3. Belebtschlamm			Ausbau	Ausbau	Ausbau
Schlammindex	ISV	ml/g	90	120	150
Rücklaufverhältnis gewählt	RV	%	50%	75%	115%
Zufluss einschl. RV je Becken	$Q_m \cdot (1+RV)$	m ³ /h	92	107	132
Oberflächenbeschickung	q_A	m/h	0,64	0,64	0,64
Eindickzeit	t_E	h	2,0	2,0	2,0
Verhältnis TS_{RS}/TS_{BS}	TS_{RS}/TS_{BS}	-	0,75	0,75	0,75
Trockensubstanzgehalt im Bodenschlamm	TSBS	g/l	14,0	10,5	8,4
Trockensubstanzgehalt im Rücklaufschlamm	TSRS	g/l	10,5	7,9	6,3
Trockensubstanzgehalt im Belebungsbecken			3,5	3,4	3,4
Vergleichsschlammvolumen	VSV	ml/l	315	405	505
Schlammvolumenbeschickung	q_{SV}	l/(m ² ·h)	203	261	325
4. Tiefe			Ausbau	Ausbau	Ausbau
Klarwasserzone	h_1	m	0,50	0,50	0,50
Übergangs- und Pufferzone	$h_{2/3}$	m	0,98	1,36	2,04
Eindick- und Räumzone	h_4	m	0,48	0,72	1,11
Erf. Gesamtbeckentiefe bei 2/3 des Fließweges	Σh	m	1,96	2,59	3,65
vorh. Beckentiefe bei 2/3 des Fließweges	Σh_{vorh}	m	3,67	3,67	3,67
Abweichung IST-Zustand	Δh	m	1,70	1,08	0,02
Verhältnis vertikaler/horizontaler Fließweg	V/H		0,45	0,45	0,45
5. Einlaufgestaltung					
max. Mischwasserzufluss (Bemessungsabfluss bei Regenwetter)	Q_m	m ³ /s	0,017	0,017	0,017
Zufluss einschl. RV je Becken	$Q_m \cdot (1+RV)$	m ³ /s	0,026	0,030	0,037
Innenradius Einlaufbauwerk einschl. Haube	r_E	m	0,60	0,60	0,60
Tiefe Einlauf (max. Wsp. - UK Einlauf)	T_E	m	2,50	2,50	2,50
Volumen Einlaufbauwerk pro Becken	V_E	m ³	2,83	2,83	2,83
Aufenthaltszeit Einlaufbauwerk	t	s	111	95	77
Aufenthaltszeit Einlaufbauwerk	t	min	1,8	1,6	1,3
Dichte Belebtschlamm	r_0	kg/m ³	1001	1001	1001
Dichte Umgebungsfliuid	r	kg/m ³	1000	1000	1000
Durchmesser Düker ins Einlaufbauwerk	DN	mm	250	250	250
Fläche Düker ins Einlaufbauwerk	A	m ²	0,05	0,05	0,05
Eintrittsgeschwindigkeit in das Einlaufbauwerk (Zulaufdüker)	v_E	m/s	0,52	0,61	0,74
In das Einlaufbauwerk eingetragene Leistung	P_E	Nm/s	3,44	5,47	10,14
Dynamische Viskosität belebter Schlamm	m	Ns/m ²	0,0013	0,0013	0,0013
G-Wert (Flockung)	G	1/s	30,6	38,6	52,5
Öffnungshöhe Eintrittsquerschnitt	h	m	0,30	0,30	0,30
Fläche Einlauf ins NKB	F	m ²	1,13	1,13	1,13
Horizontale Strömungsgeschwindigkeit im Eintrittsquerschnitt	u	mm/s	22,55	26,30	32,32
Horizontale Strömungsgeschwindigkeit im Eintrittsquerschnitt	u	m/s	0,023	0,026	0,032
$(r_0-r)/r \cdot g$		m/s ²	0,010	0,010	0,010
Densimetrische Froudezahl Einlaufquerschnitt	F_D	-	0,42	0,48	0,60





Bautechnik

Das Nachklärbecken wird als rundes Becken mit einem Innendurchmesser von 11 m und einer Wassertiefe auf zwei Drittel des Fließweges von 3,67 m ausgeführt. Die Oberfläche des Beckens beträgt 95 m².

Die Wasseroberfläche befindet sich laut hydraulischer Berechnung auf 422,0 m.ü.N.N. Die Bauwerksoberkante befindet sich auf 422,6 m.ü.N.N.

Zwischen Belebungs- und Nachklärbecken wird ein rechteckiges Rücklaufschlamm-pumpwerk (B-6) mit den Maßen 7 m x 4,5 m x 5 m (lichte Höhe) errichtet. Die Sohlkote des Pumpwerks liegt bei 419,2 m.ü.N.N. Im Pumpwerk werden die Gebläsestation, die Überschussschlamm-pumpen (F-6), die Rücklaufschlamm-pumpen (f-7), die Schwimmschlamm-pumpe und die Brauchwasserpumpe (F-13) untergebracht.

Maschinentchnik

Der Zulauf DN 200 zum Nachklärbecken erfolgt in der Mitte kontinuierlich über einen Zulauf-düker, der vom Belebungsbecken kommt und auf die maximale Zuflussmenge sowie die Rücklaufschlamm-menge ausgelegt ist.

Der Überschussschlammabzug vom Belebungsbecken (B-3) bzw. Nachklärbecken (B-4) zum Schlammstapelbecken (B-6) beträgt im Mittel ca. 78 kg/d bzw. ca. 6,8 m³/d und erfolgt mit Hilfe zweier trocken aufgestellten Pumpen (eine Reserve) (F-6) mit einem Durchsatz von mind. 5 m³/h und einer Leistung von ca. 0,2 kW. Es werden zwei trocken aufgestellte Exzen-terschnecken-pumpen geplant.

Der Rücklaufschlamm wird ebenfalls mittels zweier Rücklaufschlamm-pumpen (eine Reserve) (F-7) in das Belebungsbecken (B-3) zurückgeführt, die maximale Menge beträgt 62 m³/h, die Antriebsleistung liegt bei ca. 0,6 kW. Es werden zwei trocken aufgestellte Kreiselpumpen eingesetzt.

Im RS- und ÜS-Pumpwerk ist auch eine Brauchwasserpumpe (Kap. 3.4, F-13) mit einer För-dermenge von 5 m³/h installiert.

Das Klarwasser gelangt über eine gezackte Überfallkante (trapezförmig) und eine Sammel-rinne in die Ablaufleitung DN 200 und von dort in den Vorfluter Rimbach.



Der Schwimmschlamm wird mit Hilfe eines einfachen, am Räumler angebrachten Schwimmschlammabzugssystems (F-8) zum Schlürfrichter, von dort zur Schwimmschlammpumpe (Exzentrerschneckenpumpe) im RS- und ÜS-Pumpwerk und von dort zum Schlammstapelbecken (B-6) transportiert. Der Schwimmschlamm-Räumler sorgt für einen wirkungsvollen Abzug des Schwimmschlammes, siehe Abbildung 4.



Abbildung 2: Beispiel Schwimmschlammräumer (Quelle HiK)

Der abgesetzte und eingedickte Schlamm wird mittels Schildräumer (F-9) in den Schlammtrichter und von dort zu den Schlammumpen (F-6 und F-7) befördert.

Möglich ist auch die Installation einer sogenannten Schwimmschlammsschnecke. Durch die Drehbewegung der Schnecke wird der Schwimmschlamm zu dem hydraulisch geformter Schwimmschlamm-Schlürfrichter bewegt, der an die Schnecke angekuppelt ist. Durch die schwimmende Anordnung der Schnecke ist eine Leichtgängigkeit gegeben und das Schwimmschlammräumer-System benötigt nur minimalen Energieeinsatz. Gleichzeitig ist geringst möglicher Verschleiß gewährleistet und in weiterer Folge daher auch nur ein minimaler Wartungsaufwand erforderlich.

Über dem RS- und Überschussschlammumpwerk wird die Gebläsestation (F-3) installiert.



Elektrotechnik

Für die sämtliche Pumpen sowie die Gebläsestation ist eine Spannungsversorgung notwendig.

3.2.6 Maßnahme 6: Schlamm Speicher (B-6 und F-10)

Verfahrenstechnik

Im neuen Schlamm Speicher oder -stapelbecken (B-6) wird der im Belebungsbecken (B-3) aerob stabilisierte Überschussschlamm gelagert und statisch eindickt. Das anfallende Trübwasser wird in den Zulauf zum Belebungsbecken (B-3) geleitet. Möglich ist hier zu einem späteren Zeitpunkt die Errichtung eines Filtratspeichers, um das bei der Schlamm entwässerung anfallende Filtrat verzögert in den Zulauf zur Kläranlage geben zu können.

Der Trockensubstanzgehalt nach Eindickung beträgt ca. 40 g/l (4,0 %). Bei 200 Tagen Speicherung beträgt das erforderliche Volumen 381 m³, geplant sind 393 m³, nämlich ein Behälter mit 10 m Innendurchmesser und 5 m maximale Füllhöhe, siehe Tabelle 9.



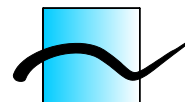


Tabelle 9: Schlamm Speicher, verfahrenstechnische Bemessung

Bemessungsgrößen				
Mittlerer Schlammanfall	$\dot{U}_{S,d}$	kg/d	:	78
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm	$TS_{\dot{U}_S}$	g/l	:	11,5
Schlammanfall	$Q_{\dot{U}_S,d}$	m ³ /d	:	6,8
Durchmesser gewählt	D_{SSTB}	m	:	10
Oberfläche	A_{SSTB}	m ²	:	79
Tiefe gewählt	h_{SSTB}	m	:	5,0
Volumen Schlammstapelbehälter	V_{SSTB}	m ³	:	393
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm nach Eindickung in SSTB	$TS_{\dot{U}_S,Eind}$	g/l	:	40,0
Schlammanfall nach Eindickung	$Q_{\dot{U}_S,Eind}$	m ³ /d	:	1,9
Aufenthaltszeit Schlammstapelbehälter	t_{SSTB}	d	:	202
Schlamm entwässerung				
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm nach Eindickung in SSTB	$TS_{\dot{U}_S,Eind}$	g/l	:	40,0
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm nach Entwässerung in mobiler Schneckenpresse	$TS_{\dot{U}_S,Entw}$	%	:	20,0
		g/l	:	200,0
Schlammanfall vor Entwässerung bei vollem Speicher	$V_{\dot{U}_S,Eind}$	m ³	:	393
Schlammanfall nach Entwässerung	$V_{\dot{U}_S,Entw}$	m ³	:	79
Gewählte Entwässerungszeit bei vollem Eindicker	t	d	:	10
Gewählte Entwässerungszeit pro Tag	t	h	:	22
Erforderlicher Durchsatz Schlamm entwässerung (Zulauf)	$Q_{Schlamm}$	m ³ /h	:	1,78
Erforderlicher Durchsatz Schlamm entwässerung (Ablauf)	$Q_{Schlamm}$	m ³ /h	:	0,36
Gewälter Durchsatz Schlamm entwässerung (Zulauf)	$Q_{Schlamm}$	m ³ /h	:	2,0
Filtrat Speicher (optional)				
Filtratanfall	$Q_{Filtrat}$	m ³ /h	:	1,4
Volumen Filtratwasserspeicher gewählt	$V_{FiltratSp}$	m ³	:	80
Durchmesser Filtratwasserspeicher gewählt	$D_{FiltratSp}$	m	:	4,5
Oberfläche Filtratwasserspeicher	$A_{FiltratSp}$	m ²	:	15,9
Wassertiefe Filtratwasserspeicher	$h_{FiltratSp}$	m	:	5,0
Aufenthaltszeit Filtrat Speicher	t	h	:	56,0

Bautechnik

Der Schlamm Speicher (B-6) wird als rundes Becken mit einem Durchmesser von 10 m und einer Wassertiefe von 5,0 m ausgeführt.

Das nutzbare Volumen des Beckens beträgt 393 m³. Die maximale Schlammoberfläche befindet sich laut hydraulischer Berechnung auf 424,9 m.ü.N.N. Die Bauwerksoberkante befindet sich auf 425,4 m.ü.N.N, die Sohle auf 419,9 m.ü.N.N.



Maschinentechnik

Der Schlamm Speicher wird mit einer automatischen Trübwasserabzugseinrichtung (F-10), z.B. von der Firma Kleine (TAST 4) ausgerüstet. Zur Auffindung von Trübwasserschichten durchfährt die Trübwasserabsaugung mit ihrem Absaugteil den befüllten Bereich des Schlammbehälters. Wird eine Trübwasserschicht erkannt, verweilt die Pumpe in der Schicht und beginnt den Abpumpvorgang bis zur vollständigen Beseitigung. Dieser Vorgang wiederholt sich je Trübwasserschicht automatisch. Nach komplettem Durchsuchen des Behälters kehrt das Absaugteil bis zum nächsten Hand-, Automatik- oder Fernstart wieder in seine definierte Warteposition zurück.

Die Pumpe ist an einem Hubgerüst-Ausleger befestigt. Die Pumpe ist eine Tauchmotorpumpe mit Ultraschall Trübwassersonde.

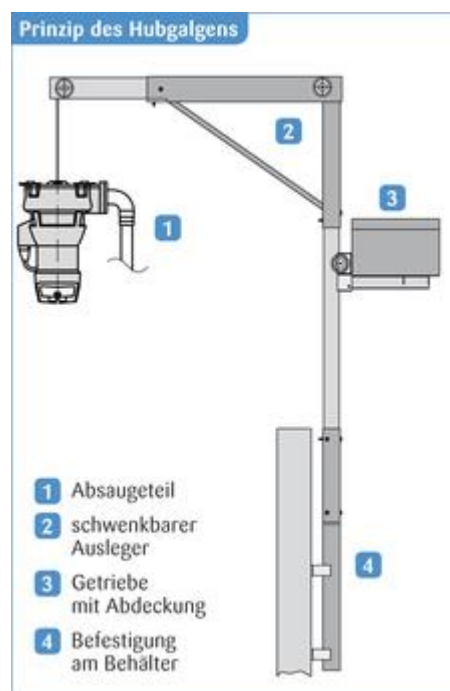


Abbildung 3: Prinzipskizze Trübwasserabzug (Quelle Fa. Kleine)

Das Trübwasser direkt mit der angeschlossenen Pumpe (F-10) in den Zulauf Belebungsbecken geleitet.

Die Entleerung des Schlammstapelbeckens (B-6) erfolgt mittels Saugwagen oder mobiler Schlammentwässerung. Durch die befestigten Wege um das Schlammstapelbecken (B-6)



sind eine Entnahme und damit der Abtransport des Schlammes gut durchführbar. Weiterhin wird eine betonierte Abstellfläche für die mobile Schlamm entwässerung vorgesehen.

Elektrotechnik

Es ist eine Grundwasserspiegelmessung im Bereich des Schlammstapelbeckens notwendig, um ermitteln zu können, wie weit das Becken entleert werden kann, sodass eine Auftriebssicherheit weiterhin gewährleistet wird.

Weiterhin erhält die Trübwasserabzugseinrichtung einen Steuerschrank mit Display, Hinweisleuchten, Funktionsschalter und Heizung. Die Steuerung wird beispielsweise als Simatic S7 ausgeführt, mit einstellbaren Start- und Pumpzeiten, Betriebsstundenzähler etc.

3.2.1 Maßnahme 7: Mobile Schlamm entwässerung (F-11 und F-12)

Verfahrenstechnik

Die Gemeinde wünscht sich eine mobile Schlamm entwässerung, bestehend aus Schneckenpresse und Schlammcontainer um anfallenden Schlamm auf verschiedenen Kläranlagen schnell und unproblematisch entwässern zu können.

Die Schlamm entwässerung (F-12) vermindert die Schlammmenge durch Abtrennen von Wasser (Filtrat). Es entsteht ein Schlammkuchen bzw. ein entwässerter Schlamm und Filtrat. Vor dem Eintrag in die Zylindereinheit (dem Kern der Schneckenpresse), werden die im Schlamm enthaltenen Feststoffe zu hochvernetzten Flocken verdichtet. Das hierfür jeweils optimale Flockungshilfsmittel wird normalerweise durch Pilotversuche bestimmt. Während der Pilotierung können auch die weiteren für die Effektivität der Maschine mit dem jeweiligen Schlamm entscheidenden Parameter bereits recht gut eingestellt werden (bspw. die Drehgeschwindigkeit und die Öffnung der Pressplatte).

Außerdem wird das anfallende Filtrat über den geplanten Straßenablauf in den Zulauf zur Kläranlage geleitet.



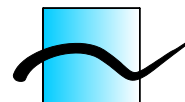


Tabelle 10: Schlammmentwässerung, verfahrenstechnische Bemessung

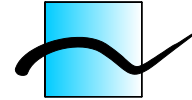
Bemessungsgrößen				
Mittlerer Schlammanfall	\dot{U}_d	kg/d	:	78
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm	$TS_{\dot{U}_S}$	g/l	:	11,5
Schlammanfall	$Q_{\dot{U}_S d}$	m ³ /d	:	6,8
Durchmesser gewählt	D_{SSTB}	m	:	10
Oberfläche	A_{SSTB}	m ²	:	79
Tiefe gewählt	h_{SSTB}	m	:	5,0
Volumen Schlammstapelbehälter	V_{SSTB}	m ³	:	393
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm nach Eindickung in SSTB	$TS_{\dot{U}_S, Eind}$	g/l	:	40,0
Schlammanfall nach Eindickung	$Q_{\dot{U}_S, Eind}$	m ³ /d	:	1,9
Aufenthaltszeit Schlammstapelbehälter	t_{SSTB}	d	:	202
Schlammmentwässerung				
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm nach Eindickung in SSTB	$TS_{\dot{U}_S, Eind}$	g/l	:	40,0
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm nach Entwässerung in mobiler Schneckenpresse	$TS_{\dot{U}_S, Entw}$	%	:	20,0
		g/l	:	200,0
Schlammanfall vor Entwässerung bei vollem Speicher	$V_{\dot{U}_S, Eind}$	m ³	:	393
Schlammanfall nach Entwässerung	$V_{\dot{U}_S, Entw}$	m ³	:	79
Gewählte Entwässerungszeit bei vollem Eindicker	t	d	:	10
Gewählte Entwässerungszeit pro Tag	t	h	:	22
Erforderlicher Durchsatz Schlammmentwässerung (Zulauf)	$Q_{schlamm}$	m ³ /h	:	1,78
Erforderlicher Durchsatz Schlammmentwässerung (Ablauf)	$Q_{schlamm}$	m ³ /h	:	0,36
Gewälter Durchsatz Schlammmentwässerung (Zulauf)	$Q_{schlamm}$	m ³ /h	:	2,0
Filtratspeicher (optional)				
Filtratanfall	$Q_{Filtrat}$	m ³ /h	:	1,4
Volumen Filtratwasserspeicher gewählt	$V_{filtratsp}$	m ³	:	80
Durchmesser Filtratwasserspeicher gewählt	$D_{filtratsp}$	m	:	4,5
Oberfläche Filtratwasserspeicher	$A_{filtratsp}$	m ²	:	15,9
Wassertiefe Filtratwasserspeicher	$h_{filtratsp}$	m	:	5,0
Aufenthaltszeit Filtratspeicher	t	h	:	56,0

Bautechnik

Es wird eine betonierte Fläche für die mobile Schlammmentwässerung vorgesehen. Diese weist die Abmessungen von 8 m x 8 m auf und wird mit einem Straßenablauf versehen. Der Straßenablauf führt in den Zulauf aus Kronleiten.

Maschinentechnik

Die Schneckenpresse (F-12) weist einen Durchsatz von 2 m³/h auf.



Elektrotechnik

Für die mobile Schlammwässerung ist eine Spannungsversorgung sowie eine elektrische Steuerung erforderlich. Der Schaltschrank wird auf dem Aufleger mitgeliefert. Die Steuerung sowie die dafür notwendigen messtechnischen Ausrüstungen erfolgt nach Angaben des Lieferanten. Störmeldungen werden an die Steuerung im Betriebsgebäude weitergeleitet. Die elektrische Schalt- und Steueranlage enthält folgende Komponenten:

- Schaltschrank
- Hängedrucksonde
- Vor-Ort-Schalter

3.2.2 Maßnahme 8: Außenanlagen

Bautechnik

Es sind asphaltierte Straßen und Wege zu sämtlichen Becken (B-3 bis B-7) und zum Betriebsgebäude (B-2) anzulegen, um eine gute Zugänglichkeit zu gewährleisten. Zudem sollte durch die Asphaltierung die einfache Entsorgung des Rechen- und Sandfanggutes sowie eine Entleerung des Schlammspeichers (B-6) möglich sein.

Elektrotechnik

Es wird eine Außenbeleuchtung am Betriebsgebäude sowie am Belebungsbecken (B-3), Nachklärbecken (B-4) und Schlammspeicher (B-6) als Grundbeleuchtung angebracht. Die Wege werden nicht vollflächig ausgeleuchtet. Für eine punktuelle Arbeitsbeleuchtung stehen Steckdosen zur Verfügung. Parallel zu den Rohrleitungen werden Kabelleerrohre verlegt. Eine Erweiterung der Beleuchtung ist im Bedarfsfall somit ermöglicht. Für die Beleuchtung ist eine ausreichende Stromversorgung sicherzustellen.

3.2.3 Fließschema

Das Fließschema WU-EP-F01 ist im Anhang zu finden.





3.2.4 Mess- und regeltechnisches Grundkonzept

3.2.4.1 Regelung der Zulaufpumpen (F-1)

Die beiden Zulaufpumpen (F-1) werden über den Höhenstand im Zulaufschacht geregelt. Dabei ist immer nur eine Pumpe in Betrieb und die zweite steht als Reserveaggregat zur Verfügung (Redundanz). Der Betrieb der Pumpen sollte täglich wechseln, um die Funktionstüchtigkeit beider Pumpen zu gewährleisten.

Zur Begrenzung der maximalen elektrischen Leistung werden die Aggregate nach Möglichkeit verzögert / gestaffelt zugeschaltet. Detaillierte Angaben zur Regelung finden sich in der Elektroplanung.

3.2.4.2 Regelung der Kompaktanlage (F-2)

Die Steuerung der Kompaktanlage (F-2) erfolgt gemäß Steuerungsbeschreibung des Lieferanten.

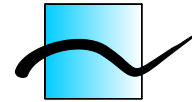
3.2.4.3 Regelung des Belebungsbeckens (B-3)

Das Belebungsbecken (Kapitel 3.2.4) wird intermittierend betrieben, d.h. das Belebungsbecken wird abwechselnd belüftet (ca. 2/3 der Tageszeit) und gerührt (ca. 1/3 der Tageszeit). Während der belüfteten, aeroben Zeit kommt es zu einem Abbau der Kohlenstoffverbindungen und zu einer Nitrifikation, also der Oxidation von Ammonium zu Nitrat. Während der anoxischen Phase, Denitrifikation ohne Belüftung, wird das entstandene Nitrat zu elementarem Stickstoff abgebaut.

D.h. im Belebungsbecken (B-3) wird das Ein- und Ausschalten der Belüftung über ein vorgegebenes Zeitintervall gesteuert, das Rührwerk läuft durch. Vorgeschlagen wird zunächst eine einstündige Belüftung gefolgt von 30 Minuten Rühren. Ggf. können die Zeitintervalle angepasst werden.

Die vorhandenen Sauerstoff-, Ammonium- und Nitratsonden dienen der Kontrolle der Zyklen. Grundsätzlich gilt, dass nach dem Belüftungszyklus ein Ammoniumgehalt von < 1 mg/l garantiert werden sollte, um das Auftreten von Microthrix parvicella, einem fadenförmigen Mikroorganismus, zu verhindern. Hierzu kann ggf. die Sauerstoff-Soll-Konzentration im Belebungsbecken von ca. 1,5 mg/l kurzfristig erhöht werden.





3.2.4.4 Regelung des Nachklärbeckens (B-4)

Eine Regelung des Nachklärbeckens (B-4) findet nicht statt, das Becken wird kontinuierlich durchflossen.

3.2.4.5 Regelung Schlammstapelbecken (B-6)

Für das Schlammstapelbecken (B-6) ist keine Regelung notwendig.

Es ist allerdings eine Grundwasserspiegelmessung im Bereich des Schlammstapelbeckens notwendig, um ermitteln zu können, wie weit das Becken mit Hilfe von Saugwaagen entleert werden kann, sodass eine Auftriebssicherheit weiterhin gewährleistet wird.

3.2.4.6 Regelung der mobilen Schlammentwässerung (F-12)

Die Steuerung der mobilen Schlammentwässerung (F-12) erfolgt gemäß Steuerungsbeschreibung des Lieferanten.

3.2.4.7 Messungen

Folgende Parameter werden online erfasst:

Im Zulauf zur Kläranlage (B-1):

- Volumenstrom (im neuen Zulaufpumpwerk),
- Füllstand,
- Gassensor (Benzin)

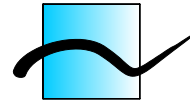
Im BB (B-3):

- Sauerstoff,
- pH-Wert,
- Ammonium,
- Nitrat

Im Ablauf des NKB (B-4): keine Messungen jedoch Probenehmer

3.3 Grundwasserauftriebssicherung der Bauwerke

Aufgrund des, unter Kapitel 1.5 erwähnten hohen Grundwasserstandes wird empfohlen, eine Grundwassermessstelle einzurichten. Der Wasserstand wird dann kontinuierlich mittels Datenlogger erfasst, so dass zur Bauabwicklung bereits erste Auswertungen möglich sind. Die Grundwassermessstelle könnte für den späteren Betrieb der Kläranlage als Grenzwertgeber



verwendet werden, da bei der Entleerung des Schlammstapelbeckens (B-6) sonst die Gefahr besteht, dass das entleerte Becken durch das gespannte Grundwasser beschädigt wird.

Auch die übrigen Becken Belebungsbecken (B-3) und Nachklärbecken (B-4) werden aufgrund des hohen Grundwasserstands auftriebssicher gebaut.

3.4 Betriebswasserversorgung

Für die Reinigung der Kompaktanlage (F-2) ist eine Brauchwasserversorgung vom Nachklärbecken (B-4) zur Kompaktanlage notwendig. Hierzu wird im RS- und ÜS-Pumpwerk eine Brauchwasserpumpe (F-13) installiert. Das Wasser muss nicht gefiltert werden.

3.5 Landschaftspflegerische Maßnahmen

Der Neubau der Kläranlage erfolgt auf freiem Feld. Ein Eingriff in Natur und Landschaft durch Veränderung der Standorte ist nicht gegeben. Landschaftspflegerische Maßnahmen sind daher nicht oder nur in geringen Umfang (Bepflanzung von Sträuchern) erforderlich.

3.6 Emissionen

Die Emissionen der Kläranlage Diepoltskirchen werden durch die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen minimiert:

- Abdeckung des Zulaufschachtes
- Einhausung der mechanischen Reinigungsstufe Kompaktanlage (F-2).
- Bestmögliche Abwasserreinigung durch technische Belüftung und gezielte Nitrifikation und Denitrifikation.
- Verringerung der Geruchsemissionen durch gezielt aerob gehaltenes Abwasser.
- Gebläse mit Schallhauben.
- Gekapselter Container für entwässerten Schlamm.

Die Lärmemissionen werden sich durch die technische Belüftung und die zusätzlichen Pumpen sowie dem Rührwerk erhöhen. Jedoch sind die erforderlichen Gebläse eingehaust, das Rührwerk im Belebungsbecken ist getaucht und beim Zulaufhebewerk handelt es sich um zwei trocken aufgestellte selbstansaugende Kreiselpumpen, die ebenfalls keine großen Lärmemissionen aufweisen.





3.7 Störfallvorsorge

3.7.1 Zulaufpumpwerk (F-1)

Das Zulaufhebwerk (F-1) ist mit zwei selbstansaugenden Kreiselpumpen (1 Pumpe Redundanz) ausgestattet. Eine Pumpe kann das gesamte maximal anfallende Abwasser heben. Sollte eine Pumpe defekt sein, kann somit die zweite Pumpe betrieben werden.

Um sicher zu stellen, dass die Ersatzschnecke funktionsfähig ist, sollte der Betrieb der Pumpen täglich wechseln.

3.7.2 Kompaktanlage (F-2)

Ist die Kompaktanlage (F-2) nicht funktionsfähig, kann diese mittels Bypasses umgangen werden. Die Kompaktanlage sollte jedoch im Störfall so schnell wie möglich repariert werden, um Schäden durch nicht eliminierte Feststoffe an den nachfolgenden Bauwerken und Aggregaten zu vermeiden.

3.7.3 Belebungsbecken (B-3)

Der Zulauf zum Belebungsbecken (B-3) erfolgt kontinuierlich vom Zulaufpumpwerk aus.

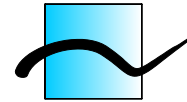
Die Druckbelüftung wird mit Hilfe einer Sauerstoffmesssonde geregelt. Sollte die Messsonde defekt sein, werden die Belüfter nach Zeitprogramm ein- bzw. ausgeschaltet. Die Intervalle für die Betriebs- und Rührzeiten sollten mit Hilfe von Erfahrungswerten aus dem Anlagenbetrieb festgelegt werden.

Ist der Rührer defekt, muss dieser umgehend ersetzt werden. In der Zwischenzeit kann mittels kurzzeitiger Stoßbelüftung für ein Umwälzen des Belebtschlammgemisches gesorgt werden.

Die Belüfter selbst werden heraushebbar ausgeführt, d.h. das Belebungsbecken muss nicht außer Betrieb genommen werden, um einzelne Belüfterelemente auszutauschen.

Die Gebläse werden redundant ausgeführt. In Tabelle 7 wurden 3 Gebläse (F-3) vorgesehen, eines als Reserve.





3.7.4 Nachklärbecken (B-4)

Das Nachklärbecken verfügt nicht über störanfällige Einbauten und kann kontinuierlich betrieben werden. Sollte die Schwimmschlammabzugseinrichtung (F-8) defekt sein, muss diese schnellstmöglich repariert werden. In dieser Zeit wird kein Schwimmschlamm vom Nachklärbecken abgezogen.

Für den Überschussschlammabzug (F-6) aus dem Nachklärbecken in den Schlammspeicher werden zwei Überschussschlammumpen vorgesehen, eine davon redundant. Die Pumpen werden wechselseitig betrieben.

Für den Rücklaufschlammabzug (F-7) aus dem Nachklärbecken in das Belebungsbecken werden ebenfalls zwei Rücklaufschlammumpen vorgesehen, eine davon redundant. Die Pumpen werden auch wechselseitig betrieben.

3.7.5 Schlammspeicher (B-6)

Für das Schlammstapelbecken (B-6) ist keine Störfallvorsorge notwendig.

Der Schlammspeicher muss mehrmals jährlich mit Hilfe einer mobilen Schlammmentwässerung entleert werden. Dabei muss der Grundwasserspiegel beachtet werden, um die Auftriebssicherheit bei den hohen Grundwasserständen zu gewährleisten.

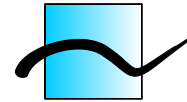
Ist der Trübwasserabzug (F-10) defekt, muss dieser schnellstmöglich repariert werden. In dieser Zeit ist kein Trübwasserabzug im Schlammspeicher möglich.

3.8 Anfallende Reststoffe

Als Reststoffe fallen auf der Kläranlage Diepoltskirchen neben Werkstattabfällen und hausmüllähnlichen Abfällen im Wesentlichen Rechengut, Sand und aerob stabilisierter Klärschlamm an. Die prognostizierten Mengen sind nach Erreichen der Ausbaugröße von 2000 EW wie folgt:

- Rechengut entwässert: 10 m³/a
- Sand klassiert: 4 m³/a
- Klärschlamm stabilisiert und entwässert: ca. 150 m³/a





Der in der Biologie anfallende Überschussschlamm wird automatisch abgezogen und in den Schlammspeicher (B-6) gepumpt. Die Schlammentnahme von dort kann dem mobilen Entwässerungsaggregat gut durchgeführt werden.

Der Schlamm aus dem Schlammspeicher wird von Zeit zu Zeit (ca. 1- bis 2-mal pro Jahr) entleert und einer mobilen Schlammentwässerung zugeführt. Diese kommt per Tieflader in einem Container und wird vor Ort für einige Tage installiert. Es muss also lediglich eine befestigte Fläche (ca. 8 m x 8 m) für die genannte Einrichtung vorgehalten werden. Der entwässerte Schlamm wird entsorgt.

3.9 Ex-Schutz

Die gesamte Anlage wurde auf notwendige Ex-Schutz-Maßnahmen geprüft.

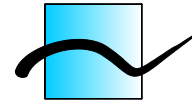
Aufgrund von Straßenentwässerungen im Kanalnetz ist der Zulauf von brennbaren Flüssigkeiten (Benzin) in das Zulaufbauwerk möglich, womit es gemäß der DGUV Regel 113-001 Explosionsschutz-Regeln Punkt 4.1.1.2 zum Auftreten einer explosionsgefährlichen Atmosphäre kommen kann. Deshalb wird im Zulaufschacht (B-1) ein stationärer Benzinsensor mit berücksichtigt. Werden Benzindämpfe durch den Sensor erfasst, wird der Rechen abgeschaltet, so dass das Benzin nicht weiter durch die Anlage gefördert werden kann.

Das Schlammspeicherbecken fällt in den Ex-Schutz-Bereich und kann laut 4.1.3.1.2 Punkt a (natürliche Lüftung) als Zone 2 ausgewiesen werden. Da hier jedoch ausschließlich stabili-sierter Schlamm gelagert wird, wird die Rate an Methangasproduktion selbst im Sommer aufgrund der natürlichen Lüftung nicht über die Explosionsgrenze führen. Es sind somit keine Ex-Schutz-Maßnahmen notwendig.

4. Technische Berechnungen

4.1 Verfahrenstechnische Berechnungen

Die verfahrenstechnischen Berechnungen wurden in Kapitel 3.2 bereits kurz erläutert und dargestellt. Die ausführlichen Berechnungen befinden sich im Anhang.



4.2 Hydraulische Berechnungen

Die hydraulischen Berechnungen wurden mittels HYDKA durchgeführt und sind ebenfalls im Anhang beigefügt.

HYDKA ist ein modulares Programmsystem zur computergestützten Simulation der hydraulischen Vorgänge in komplexen Kläranlagen. Es ermöglicht eine flexible Berechnung der unterschiedlichsten Anlagensysteme, die einsträngig, verzweigt oder auch vermascht sein können.

Mit HYDKA können Planungsaufgaben bearbeitet und die Leistungsfähigkeit der Anlage berechnet werden.

4.2.1 Dateien Hydka

HYDKA besteht aus den folgenden Teilen:

- *Rechenbaustein HYCALC*

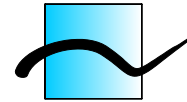
Der Rechenbaustein HYCALC dient der Berechnung der hydraulischen Zustände und Parameter in komplexen Kläranlagen.

Aufgrund der Widerstandsgesetze der einzelnen Anlagenelemente und der Randbedingungen des Systems werden Energiehöhen und Wasserspiegel sowie Durchflüsse berechnet. Für die einzelnen Elemente werden zusätzlich interessierende Kenngrößen wie zum Beispiel Strömungsgeschwindigkeiten, Reibungsbeiwerte und Froude-Zahlen ermittelt, die dem Bearbeiter einen guten Einblick in die hydraulischen Zustände im System ermöglichen.

Die Einzelelemente können beliebig häufig auftreten und beliebig miteinander verknüpft werden. Es sind sowohl einsträngige, als auch verzweigte und vermaschte Systeme berechenbar.

Mit HYCALC können sowohl gewöhnliche Planungsaufgaben bearbeitet werden, wie zum Beispiel die Berechnung der Energielinie und der Wasserspiegellagen bei gegebenem Durchfluss. HYCALC ermöglicht aber auch die Berechnung der Leistungsfähigkeit einer Anlage, indem bei gegebenen Energiehöhen die zugehörigen Durchflüsse berechnet werden.





HYCALC berechnet derzeit stationäre Strömungszustände. Mit Hilfe von Tabellen können jedoch in einer Berechnung verschiedene Betriebszustände der Anlage, wie zum Beispiel Q_{\min} , Q_{mittel} , Q_{\max} bearbeitet werden.

- *Kontrolldatei *.LST*

Kontrolldaten der Berechnung mit Auflistung aller Fehler bei der Überprüfung der Eingabedaten (Definitionsdatei *.DHL) und der Berechnung der Plotdatei.

Voraussetzung für die Nutzung dieser Option ist, dass eine Berechnung der Plotdatei durchgeführt wurde.

- *Preview*

Nach dem Betätigen dieses Menüpunktes wird die aktuelle Plotdatei mit dem Grafikprogramm PREVIEW der Fa. 3S-Consult angezeigt. Preview ist ein selbständiges Programm und wird daher als WINDOWS-Task gestartet. Dieser Menüpunkt gestattet die Ausgabe auf dem Bildschirm und das Plotten der Plotdatei entweder direkt auf einen Plotter oder aber eine Ausgabe in eine DXF-Datei (AUTOCAD oder ähnliches Grafikprogramm).

4.2.2 Rechenelemente

Im Folgenden wird eine Auswahl der möglichen Rechenbausteine erläutert und die zugrundeliegenden hydraulischen Formeln werden dargestellt.

4.2.2.1 Rechen

Das Element RECH dient der Modellierung von Rechen, wobei eine Belegung des Rechens berücksichtigt werden kann.

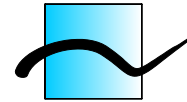
Die Verlusthöhe des unbelegten Rechens wird nach **KIRSCHMER** berechnet:

$$h_v = \zeta \frac{v^2}{2g} \quad \text{mit} \quad \zeta = \delta \left(\frac{D}{A} \right)^{4/3} \sin \alpha$$

mit:

- δ Formbeiwert der Rechenstäbe
- D größte Stabdicke
- A geringste Stabweite
- α Rechenneigung gegen die Sohle.





Durch Eingabe einer zusätzlichen Verlusthöhe DE kann eine eventuelle Belegung des Re-chens berücksichtigt werden.

4.2.2.2 Vollständig gefüllte Druckrohrleitung

Das Element ROHR dient zur Modellierung eines vollständig wassergefüllten Rohrleitungs-stückes beliebiger Lage und Länge mit konstanter Querschnittsfläche. Als Rohrlänge L ist die gestreckte Länge zwischen den Knoten i und k einzugeben.

Neben dem Rohrreibungsverlust λ , beschrieben durch die **DARCY/WEISBACH** - Gleichung, können zusätzlich konzentrierte Verluste ζ an den Rohrenden in der Berechnung berücksich-tigt werden. Die konzentrierten Verlustbeiwerte ζ können zur Beschreibung von Ein- Auslauf-verlusten, Krümmerverlusten, Querschnittsänderungen, Verzweigungen usw. benutzt wer-den.

Die verwendete Energiegleichung lautet:

$$h_{ENN_i} - h_{ENN_k} = h_v = I_E L$$

mit dem Verlustterm

$$h_v = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} + \zeta_i \frac{v^2}{2g} + \zeta_k \frac{v^2}{2g} = \left(\lambda \frac{L}{D} + \zeta_i + \zeta_k \right) \frac{v^2}{2g} = \left(\lambda \frac{L}{D} + \zeta_i + \zeta_k \right) \frac{Q^2}{A^2 2g}$$

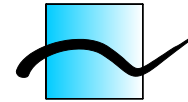
Der Rohrreibungsbeiwert λ kann vom Programm, in Abhängigkeit von der **Reynoldszahl** Re und dem k/D-Wert für jedes Rohr getrennt berechnet werden.

Die Ermittlung des λ -Beiwertes erfolgt in Abhängigkeit von der Strömungsart, die durch die Reynoldszahl

$$Re = \frac{vD}{\nu} = \frac{v 4 r_{hy}}{\nu}$$

wird wie folgt festgelegt:

Laminare Strömung $Re < 2320$



$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Übergangsbereich $2320 < Re < 4000$

Hier wird folgende Interpolationsformel verwendet:

$$\lambda_{lam} = \frac{64}{Re}$$

$$\lambda_{tur} = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{k}{3,71 D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$\theta = \frac{4000 - Re}{2320}$$

$$\lambda = \theta \lambda_{lam} + (1 - \theta) \lambda_{tur}$$

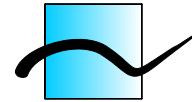
Turbulenter Bereich

Im turbulenten Bereich erfolgt die Berechnung des λ -Beiwertes iterativ mit Hilfe der **PRANDL-COLEBROOK**-Gleichung

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_{i+1}}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda_i}} + \frac{k}{3,71 D} \right) = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda_i}} + \frac{1}{3,71} \frac{k}{4 r_{hy}} \right)$$

Als Schätzwert zum Starten der Iteration wird folgende Formel verwendet:

$$\lambda_i = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{k}{3,71 D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$



4.2.2.3 Rechteckgerinne

Zur Beschreibung der Querschnittsgeometrie ist die Angabe der Gerinnebreite in der Eingabemaske notwendig.

Die verwendeten Formeln lauten:

$$A = b \cdot h \qquad I_u = 2h + b \qquad r_{hy} = A/I_u$$

A: Fließquerschnitt

I_u : benetzter Umfang

r_{hy} : hydraulische Radius

Die Wasserspiegelbreite b_w sowie der Schwerpunkt des Fließquerschnitts h_s berechnen sich wie folgt:

$$b_w = b; \quad h_s = \frac{1}{2}h$$

Die Grenzwassertiefe h_{gr} und die spezifische Grenzenergie h_{Egr} können nach folgenden Formeln berechnet werden:

$$h_{gr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 g}}; \quad h_{Egr} = \frac{3}{2}h_{gr}$$

4.2.2.4 Sammelrinnen

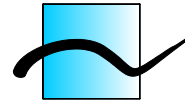
Das Element SRIN dient zur Modellierung von Sammelrinnen mit Rechteckquerschnitt, in denen der seitliche Zufluss Δq pro lfdm über die Länge konstant ist und der Abfluss strömend erfolgt. Die Sohlneigung und der Reibungsverlust werden bei der abschnittswisen iterativen Berechnung berücksichtigt.

Die Strömungsrichtung in der Sammelrinne muss vom Anfangsknoten i zum Endknoten k gerichtet sein!

Bei der Berechnung wird der am Knoten i vorgegebene oder aus den anschließenden Verbindungselementen berechnete Volumenstrom Q als seitlicher Zufluss angesetzt, d.h.:

$$\Delta q = Q/L$$





mit L = Länge der Sammelrinne

Die verwendete Arbeitsgleichung für einen Sammelrinnenabschnitt der Länge Δx zwischen zwei Punkten 1 und 2 lautet (siehe Element GERI mit strömendem Abfluss):

$$H_2 + \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_2}{A_2} \right)^2 - H_1 - \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_1}{A_1} \right)^2 = -\Delta x \frac{I_{E1} - I_{E2}}{2}$$

Der Durchfluss Q nimmt gemäß der Annahme einer gleichmäßigen Zuflussrate Δq linear vom Knoten i zum Endknoten k zu, d.h. für den betrachteten Gerinneabschnitt gilt:

$$Q_2 = Q_1 + \Delta q \Delta x$$

Bei der iterativen Berechnung eines Teilabschnitts mit strömendem Abfluss wird angenommen, dass alle Größen im Unterwasserquerschnitt (Knoten 2) bekannt sind, so dass die Berechnung gegen die Fließrichtung erfolgt. Die Iterationsgleichung für einen Gerinneabschnitt lautet:

$$H_1^{v+1} = H_2 + \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_2}{A_2} \right)^2 - H_1 - \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_1}{A_1^v} \right)^2 + \frac{I_{E1}^v - I_{E2}}{2} \Delta x$$

wobei das Reibungsgefälle nach **MANNING-STRICKLER** ermittelt werden (siehe GERI).

4.2.2.5 Überfall

Das Element UEBK dient zur Modellierung von vollkommenen oder unvollkommenen (eingestauten) Überfallkanten sowie von Sohlabstürzen.

Die verwendete Arbeitsgleichung für den vollkommenen Überfall lautet:

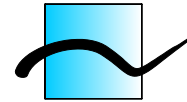
$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} h_o^{3/2}$$

Für den unvollkommenen (eingestauten) Überfall lautet die verwendete Arbeitsgleichung:

$$Q = \frac{2}{3} c \mu b \sqrt{2g} h_o^{3/2}$$

wobei c ein Abminderungsfaktor ist, der vom Verhältnis Oberwassertiefe/Unterwassertiefe sowie von der Form der Überfallkante (scharfkantig oder ausgerundet) abhängt.





Zur Berechnung der Oberwassertiefe h_o und der Unterwassertiefe h_u müssen die Geometrie-
 parameter der Fließquerschnitte oberhalb und unterhalb des Überfalls bekannt sein. Hierzu
 dient die Eingabe der Gerinnebreiten für das Zulaufgerinne und das Ablaufgerinne.

Zur Ermittlung der gesuchten Wassertiefen wird angenommen, dass beide Gerinne einen
 Rechteckquerschnitt aufweisen.

4.2.2.6 Zahnschwelle

Das Element ZAHN dient der Modellierung von Zahnschwellen (gezackten Überfallkanten).
 In **DIN 19558** sind Dreieckskanten als Form A und Trapezkanten als Form B definiert.

Die verwendeten Arbeitsgleichungen lauten:

Trapez-Zahnschwelle Form B nach DIN 19558

$$Q = \frac{10}{3} c \mu b \sqrt{2g} \left(b_o + \frac{4}{5} h_o \right) h_o^{3/2}$$

- mit:
- b = Zahnschwellenbreite (Länge) in (m)
 - h_o = Oberwassertiefe in (m)
 - μ = 0,59 Überfallbeiwert (-)
 - b_o = 0,05 m Breite der horizontalen Trapezkante
 - c = $f(h_u/h_o)$ Abminderungsbeiwert bei Einstau

Bei eingestauten Zahnschwellen wird, wie beim Verbindungselement UEBK mit einem Ab-
 minderungsbeiwert c gerechnet. Da in der Literatur keine Abminderungsfaktoren für einge-
 staute Zahnschwellen angegeben sind, werden bei der Dreieck-Zahnschwelle, die für einen
 scharfkantigen Überfall geltenden Abminderungsbeiwerte unverändert übernommen.

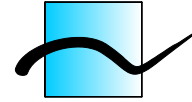
Der Betriebsbereich einer Zahnschwelle ist durch die Höhe der Dreiecke/Trapeze begrenzt
 und daher auf Durchflüsse

$$q = Q / b < 5 \text{ l/s/m (Form A), bzw.}$$

$$q = Q / b < 8 \text{ l/s/m (Form B)}$$

begrenzt. Bei der Berechnung wird eine Warnung erzeugt, wenn der Betriebsbereich über-
 schritten wird.





Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen sind als hydraulischer Schnitt im Anhang zu finden.

4.2.2.7 Schneckenpumpwerk

Das Element SPUM dient zur Modellierung von Schneckenpumpwerken, die aus mehreren parallelaufenden Einzelschneckenpumpen zusammengesetzt sein können.

Das Element entkoppelt das System hinsichtlich der Energiehöhen. Der Wasserstand im Zulaufgerinne wird in Abhängigkeit vom Elementdurchfluss mit Hilfe von Schneckenpumpenkennlinien berechnet. Die sich ergebende Energiehöhe ist Randbedingung für das oberstrom liegende System. In Richtung unterstrom wird nur der Durchfluss übertragen.

Das Element muss so eingegeben werden, dass das Zulaufgerinne des Pumpwerkes am Knoten i und das Ablaufgerinne am Knoten k anschließt.

Innerhalb eines Schneckenpumpwerkes können zwei Schneckenpumpengruppen simuliert werden. Diese können wiederum aus mehreren parallelen Einzelschneckenpumpen bestehen.

Die folgenden einzugebenden Werte beziehen sich auf das Element Schneckenpumpwerk und haben für alle Einzelschneckenpumpen Gültigkeit:

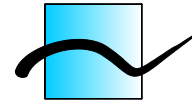
- Namen der Knoten i und k
- geodätische Höhe $z(i)$ und $z(k)$ des Zu- und Ablaufgerinnes
- Breite des Zu- und Ablaufgerinnes
- Sturzpunkt Sp und
- Staupunkt Stp .

Die beiden Pumpengruppen können sich in folgenden Punkten unterscheiden:

- nominale Förderleistung $Q(N)$ der Einzelschneckenpumpe
- Kennlinie der Einzelschneckenpumpe
- Tastpunkt Tp
- Füllpunkt Fp .

Sie sind somit für alle Einzelschneckenpumpen einer Gruppe gleich. Außerdem kann für die Schneckenpumpengruppe 1 noch ein Ausschalt- sowie ein Wiedereinschaltdurchfluss definiert werden.





Zwischen Wasserstand im Zulaufgerinne, Förderleistung (Volumenstrom) und dem Wirkungsgrad einer Einzelschneckenpumpe besteht ein funktionaler Zusammenhang, der vom Anwender in Form einer Tabelle definiert werden kann. Steht solch eine Kennlinie nicht zur Verfügung, kann auf die im Programm implementierte Standardkennlinie zurückgegriffen werden.

Wie schon bemerkt, überträgt das Element nur den Durchfluss zum Knoten k. Die Energiehöhe am Knoten k wird von dem unterstrom liegenden System bestimmt. Ist der resultierende Wasserspiegel im Ablaufgerinne höher als der vom Anwender angegebene Staupunkt, gibt das Programm eine Warnung aus.

Im Ablaufgerinne einer Schneckenpumpenanlage sind in vielen Fällen dreidimensionale Strömungsvorgänge mit erheblicher Turbulenz die Regel, die in HYDKA nicht im Einzelnen berechnet werden können. Diesen Umständen sollte durch eine ausreichend hohe Wahl des Sturzpunktes / Staupunktes, mit entsprechender Sicherheit, Rechnung getragen werden.

Die Gefahr einer Fehlbemessung des Sturzpunktes / Staupunktes kann auch durch Berücksichtigung entsprechend hoher Einlaufverluste am nachfolgenden Element (in der Regel ROHR oder GERI) reduziert werden.

4.3 Auslegung Maschinenteknik (Pumpen, Rührwerk)

Die Ergebnisse der maschinentechnischen Auslegung (Pumpen, Rührwerk) sind im Anhang zu finden.

5. Technischer Bauablauf, Provisorien

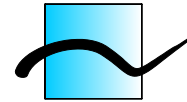
Da es sich um einen Neubau der Anlage handelt, sind keine Provisorien erforderlich. Die Anlage kann komplett neu erstellt werden und in Betrieb genommen werden.

5.1 Herrichten und Erschließen

Das Baufeld muss vor den Baumaßnahmen hergerichtet und erschlossen werden und es muss zumindest eine Baustromversorgung eingerichtet werden.

Das Gelände wird auf ca. 421,5 m.ü.N.N aufgeschüttet.





Die ausführenden Firmen haben den Strombedarf über firmeneigene Stromaggregate oder einen separaten Baustromanschluss durch den Energieversorger (Trafo) sicher zu stellen.

5.2 Bautechnik

Zunächst werden die beschriebenen bautechnischen Anlagenteile errichtet:

1. Zulaufschacht (B-1)
2. Betriebsgebäude
3. Belebungs- und Nachklärbecken (B-3 und B-4)
4. Pumpenschacht Rücklauf- und Überschussschlammumpen (B-5)
5. Gebäude Phosphatfällung (F-11)
6. Schlamm-speicher (B-6) mit Stellfläche mobile Schlamm-entwässerung und Filtrat-schacht
7. Sämtliche Leitungen, Schächte und Gerinne

5.3 Maschinen- und Elektrotechnik

Wenn alle Bauwerke stehen, kann der Anlagenbauer folgende Aggregate montieren

8. Trocken aufgestellte, selbstansaugende Zulaufpumpen (F-1)
9. Kompaktanlage (F-2)
10. Gebläse (F-3)
11. Belüfterelemente (F-4) heraushebbar
12. Rührwerk (F-5)
13. ÜS-Pumpen (F-6)
14. Rücklaufschlammumpen (F-7)
15. Schwimmschlammabzug und Schwimmschlammpumpe (F-8)
16. Räumer (F-9)
17. Trübwasserabzug (F-10)

Anschließend müssen alle maschinentechnischen Aggregate an die Stromversorgung und die speicherprogrammierbare Steuerung enggeschlossen werden. Der Kauf der mobilen Schlamm-entwässerungsanlage mit Dekanter (F-12) ist unabhängig vom technischen Bauab-lauf.





5.4 Außenanlagen

Sämtliche Straßen und Wege werden asphaltiert und es muss ein Platz für die mobile Schlammentwässerung vorgesehen werden. Dieser weist die Abmessungen von 8 m x 8 m auf und wird betoniert und mit einem Straßenablauf versehen. Das anfallende Filtrat wird ebenfalls in den Straßenablauf geleitet.

6. Zeitplan

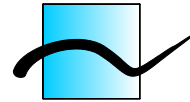
Der vorgesehene Zeitplan des Neubaus der Kläranlage Diepoltskirchen ist im Anhang beigefügt. Die Erläuterung hierzu sind im Kapitel 5 zu finden.

7. Kostenberechnung

Stand der vorliegenden Kostenberechnung ist das 1. Halbjahr 2019. Die Kostenberechnung wurde in Anlehnung an das „Merkblatt DWA-M 803 Kostenstrukturen in der Abwassertechnik (2006)“ gegliedert. Die detaillierte Kostenberechnung ist im Anhang zu finden.

7.1 Einflussfaktoren

Die Gesamtinvestitionskosten bei Neubau/Umbau von Kläranlagen sowie bei Bau von (erdverlegten Druck-) Rohrleitungen können durch zahlreiche örtlich spezifische Randbedingungen variieren. Zu den primären Kosteneinflussfaktoren zählen vor allem:



- Topographische Verhältnisse des Anlagenstandortes
- Baugrundverhältnisse des Anlagenstandortes
- Grundwasser- bzw. Hochwasserverhältnisse (z.B. Wasserhaltung, bzw. Höhenverhältnisse für das zu errichtende Gebäude)
- Grad der Automatisierung zur Steuerung und Regelung
- Konstruktive und architektonische Ausbildung der Bauwerke
- Umbaumaßnahmen, Eingriffe in den Bestand, Provisorien, etc. (hier nicht gegeben)

Zusätzlich zu den vorgenannten primären Einflussfaktoren können auch schwer quantifizierbare Sekundäreinflüsse, wie beispielsweise regionale Marktverhältnisse oder konjunkturelle Preisverhältnisse, die Investitionskosten maßgeblich bestimmen.

7.2 Kalkulationsgrundlagen

Die Kosten für Bauleistungen wurden unter Zugrundelegung von Einheitspreisen, wie sie zurzeit bei Projekten ähnlicher Größenordnung angeboten werden, geschätzt. Für die wesentlichen maschinentechnischen Einrichtungen wurden Richtpreisangebote eingeholt, die mit Einheitspreisen aus ähnlichen Projekten ergänzt wurden.

Änderungen im Zuge der weiteren Planung können sich durch Massenänderungen und Ergänzungen ergeben. Diese werden durch die Kosten „Sonstiges“ berücksichtigt.

Vor Baubeginn sind durch Ausschreibungen über Bauarbeiten und Maschinentechnik bindende Angebotspreise einzuholen.

Die Baunebenkosten, bestehend aus Ingenieurhonoraren und gegebenenfalls erforderlichen Sondergutachten, sind vorläufig mit ca. 15% der Nettobausumme zusätzlich zu berücksichtigen.

7.3 Investitionskostenzusammenstellung

In der Tabelle 11 sind die ermittelten Investitionskosten zusammengestellt.

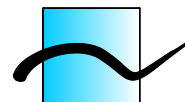


Tabelle 11 : Gesamtkosten Brutto

KA Diepoltskirchen 2.000 EW	Gesamtkosten
Ausbau auf EW	2.000 EW
Bautechnik	1.640.000 €
Maschinentechnik	620.000 €
EMSR	540.000 €
Gesamtsumme Kläranlage brutto	2.800.000 €

Die Kosten für die Maßnahme inklusive Nebenkosten betragen 2.800.000 Euro brutto. Eine detaillierte Kostenermittlung findet sich im Anhang.

8. Erwartete Ablaufkonzentrationen

Im Ablauf des Nachklärbeckens (B-4) werden folgende, bereits in Kapitel 1.4 erläuterte Ablaufkonzentrationen erwartet:

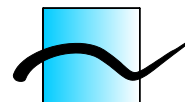
Chemischer Sauerstoffbedarf:	CSB	≤ 90 mg/l
Biochemischer O ₂ -Bedarf in 5 Tagen:	BSB ₅	≤ 20 mg/l
Ammoniumstickstoff:	NH ₄ -N	≤ 5 mg/l, gezielte Nitrif.
Stickstoff, gesamt, anorganisch:	NH ₄ -N+ NO ₃ -N+NO ₂ -N	≤ 18 mg/l
Phosphor, gesamt:	P _{ges}	≤ 2 mg/l

9. Zusammenfassung der technischen Daten der geplanten Anlage

Als Übersicht sind im Anhang eine Aggregatliste sowie eine Messstellenliste für die geplante Anlage zu finden.

9.1 Auslegungsgrößen

Tageszufluss Q _{d,TW} :	372	m ³ /d
Stundenspitze Q _M :	61,2	m ³ /h = 17,2 l/s



9.2 Bauwerke und maschinentechnische Ausrüstung

Bauwerk	Ziffer	Abmessung	Maschinentechnische Ausrüstung	Ziffer F	Kenngrößen
Zulaufschacht	B-1	DN 2000 Sohlkote 417 m.ü.N.N	keine		
Pumpschacht	B-2	DN 2000 Sohlkote 417 m.ü.N.N	Selbstansaugende trocken aufgestellt Kreiselpumpen	F-1	Q je 17 l/s D = 400 mm Förderhöhe 7,5m
Betriebsgebäude		11 m x 16 m	Kompaktanlage Sieb und Sandfang mit Siebgut- und Sandwäsche	F-2	Q = 17 l/s Rechen 6 mm WSP 423,0 m.ü.N.N
			1 Phosphatfällunganlage mit zwei Dosierpumpen, IBC Container mit Auffangwanne	F-11	Q je 0,5 bis 2 l/h
Belebungsbecken	B-3	D = 14,5 m $h_{\text{Wasser}} = 5 \text{ m}$	3 Drehkolbengebläse	F-3	Q je 210 m ³ /h 7,5 kW
			60 Plattenbelüfter	F-4	L = 1,1 m, b = 0,2 m
			1 Rührwerk	F-5	horizontal 4 kW
Nachklärbecken	B-4	D = 11 m $h_{2/3} = 3,67 \text{ m}$	Trapezförmige Überfallschwelle Tauchwand einseitig angeströmte Ablaufrinne		
			1 Schwimmschlammabzug bestehend aus schwimmende Schnecke, Schlürfrichter 1 Schwimmschlammpumpe Exzentrerschneckenpumpe	F-8	Q = 5 m ³ /h
			1 Räumaggregat Schildräumer D = 11 m	F-9	
RS und ÜSS Pumpwerk	B-5	6 m x 6 m x 6 m	2 Überschussschlammumpen trocken aufgestellt Exzentrerschneckenpumpen	F-6	Q je 5 m ³ /h
			2 Rücklaufschlammumpen trocken aufgestellt Kreiselpumpen	F-7	Q je 17 l/s D = 400 mm Förderhöhe 5,5m
			1 Brauchwasserpumpe	F-13	Q = 2 m ³ /h
Schlamm Speicher	B-6	D = 10 m $h_{\text{Schlamm}} = 5 \text{ m}$	Automatische Trübwasserabzugseinrichtung mit Trübwasserpumpe	F-10	Q = 5 m ³ /h
Mobile Schlamm entwässerung			Schneckenpresse	F-12	Q je 2 m ³ /h
Filtratspeicher optional					





10. Literatur

AbwV: (2004): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung - AbwV),

ATV-A 128 (1992): Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

ATV-M 271 (1998): Personalbedarf für den Betrieb kommunaler Kläranlagen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

ATV-DVWK-A 198 (2003): Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

DGUV (2016): Regel 113-001, Explosionsschutz-Regeln, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V., Berlin.

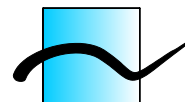
DWA-M 803 (2006): Kostenstrukturen in der Abwassertechnik., Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

DWA (2008): Sandfänge-Anforderungen, Systeme und Bemessung, Arbeitsbericht, Korrespondenz Abwasser KA 5, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

DWA-M 229-1 (2013): Systeme zur Belüftung und Durchmischung von Belebungsanlagen; Teil 1: Planung, Ausschreibung und Ausführung, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

DWA (2016): Arbeitsblatt DWA - A - 131, Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

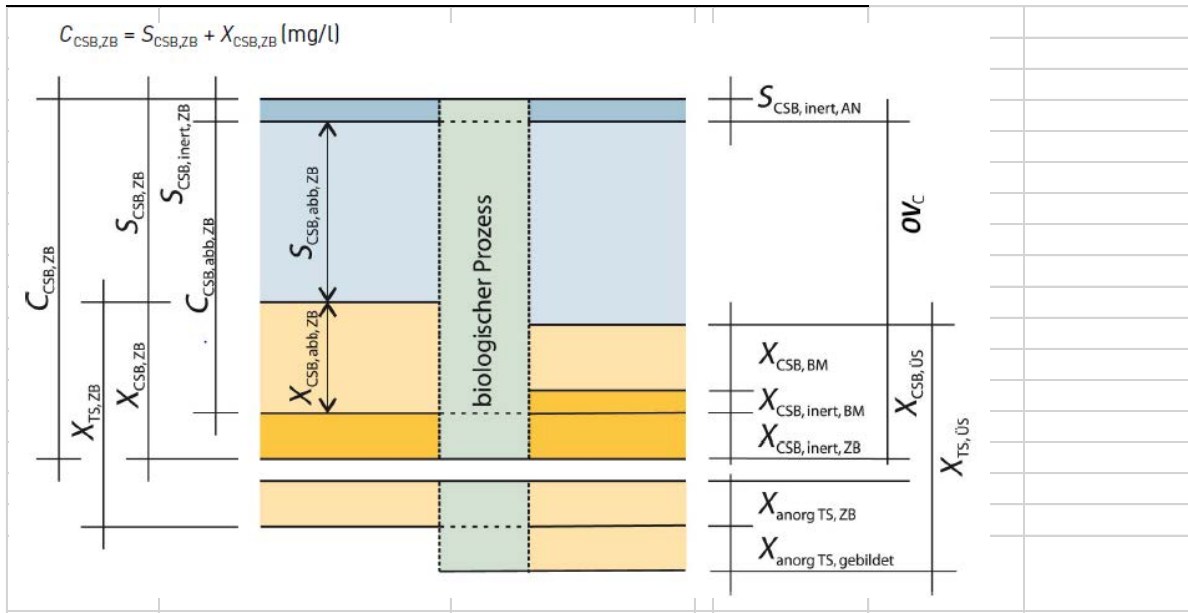




Anhang 1: Bemessungswerte

Zusammensetzung Rohabwasser :					
Einwohnerwerte	EW	:	2000	E	
Fremdwasseranteil	$Q_F/Q_{d,TW}$:	25%		
Abwasseranfall TW	$Q_{d,TW}$:	372	m ³ /d	
Abwasseranfall TW	$Q_{d,TW}$:	33,0	m ³ /h	
Mischwasserzufluss	Q_M	:	17,00	l/s	
Mischwasserzufluss	Q_M	:	61,2	m ³ /h	
			Konzentr.	Fracht	Spez. Fracht
			mg/l	kg/d	g/(E·d)
CSB	homogenisiert	:	645,2	240	120,0
BSB ₅	homogenisiert	:	322,6	120	60,0
Abf. Stoffe	homogenisiert	:	376,3	140,0	70,0
KN	homogenisiert	:	59,1	22,0	11,0
P _{ges}	homogenisiert	:	9,7	3,6	1,8
Abbaugrade in Vorklärbecken :					
CSB	homogenisiert		0%		
BSB ₅	homogenisiert		0%		
Abf. Stoffe	homogenisiert		0%		
KN	homogenisiert		0%		
P _{ges}	homogenisiert		0%		
Zusammensetzung Abwasser :					
CSB filt./ CSB hom.		:	0,47	-	
NH ₄ -N/KN		:	0,73	-	
Belastung Zulauf Kläranlage			Konzentr.	Fracht	Spez. Fracht
			mg/l	kg/d	g/(E·d)
CSB	Zulauf Biologie	homogenisiert	645,2	240	120,0
CSB	Zulauf Biologie	filtriert (gelöst)	300,0	112	55,8
CSB	Zulauf Biologie	partikulär	345,2	128	64,2
CSB	<i>Ablauf Nachklärbecken</i>	filtriert (gelöst)	30,0	11	
BSB ₅	Zulauf Biologie	homogenisiert	322,6	120	60,0
Abf. Stoffe	Zulauf Biologie	homogenisiert	376,3	140	70,0
Glühverlust der abf. Stoffe			70%	98	11,0
KN	Zulauf Biologie	homogenisiert	59,1	22	11,0
NH ₄ -N	Zulauf Biologie	filtriert	43,0	16	8,0
NO ₃ -N	Zulauf Biologie	filtriert	0,0	0,0	0,0
P _{ges}	Zulauf Biologie	homogenisiert	9,7	3,6	1,8
Fraktionierung des CSB und der Feststoffe:					
Anteil leicht abb.CSB am abb.CSB	f_{CSB}	:	0,20		
Inerter Anteil am partikulärem CSB	f_A	:	0,25		
Glührückstand der abf. Stoffe	f_B	:	0,30		
Verhältnis part. CSB/org.Ant. abf. Stoffe	$X_{CSB,ZB} / (GV \cdot X_{TS,ZB})$:	1,31		





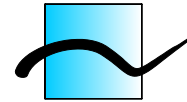
Zulauf Belebungsbecken			Konzentr.	Fracht	Spez. Fracht
			mg/l	kg/d	g/(E·d)
Gesamt CSB		$C_{CSB,ZB}$	645,2	240,0	120,0
CSB Partikulär		$X_{CSB,ZB}$	345,2	128,4	64,2
CSB Gelöst		$S_{CSB,ZB}$	300,0	111,6	55,8
CSB Abbaubar		$C_{CSB,abb,ZB}$	528,9	196,7	98,4
CSB Abbaubar, gelöst		$S_{CSB,abb,ZB}$	270,0	100,4	50,2
CSB Abbaubar, partikulär		$X_{CSB,abb,ZB}$	258,9	96,3	48,2
CSB leicht abbaubar		$C_{CSB,la,ZB}$	105,8	39,3	19,7
CSB Inert		$C_{CSB,inert,ZB}$	116,3	43,3	21,6
CSB Partikulär, Inert		$X_{CSB,inert,ZB}$	86,3	32,1	16,1
CSB Inert, gelöst		$S_{CSB,inert,ZB}$	30,0	11,2	5,6
Abfiltrierbare Stoffe		$X_{TS,ZB}$	376,3	140,0	70,0
Abf. Stoffe, organischer Anteil		$X_{orgTS,ZB}$	263,4	98,0	49,0
Abf. Stoffe, anorganischer Anteil		$X_{anorgTS,ZB}$	112,9	42,0	21,0



Anhang 2: Verfahrenstechnische Berechnungen

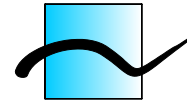
Kläranlage Dietpoltskirchen, Gemeinde Falkenberg					
Bemessung einstufige Belebung mit intermittierender Belüftung					
nach A131 Juni 2016:					
Hydraulische Belastung			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Zufluss	TW Tagesmittel	$Q_{d,Konz}$	372	372	372
	Mischwasserspitze	Q_M	61,2	61,2	61,2
Spitzenfaktor	nach DWA A198	$f_{S,QM}$	5,26	5,26	5,26
CSB- und TS-Fraktionen Zulauf BB (Frachten)			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Abwassertemperatur			8,0 °C	12,0 °C	20,0 °C
Gesamt CSB		$C_{CSB,ZB}$	240,0	240,0	240,0
CSB Partikulär		$X_{CSB,ZB}$	128,4	128,4	128,4
CSB Gelöst		$S_{CSB,ZB}$	111,6	111,6	111,6
CSB Abbaubar		$C_{CSB,abb,ZB}$	196,7	196,7	196,7
CSB Abbaubar, gelöst		$S_{CSB,abb,ZB}$	100,4	100,4	100,4
CSB Abbaubar, partikulär		$X_{CSB,abb,ZB}$	96,3	96,3	96,3
CSB leicht abbaubar		$C_{CSB,la,ZB}$	39,3	39,3	39,3
CSB Inert		$C_{CSB,inert,ZB}$	43,3	43,3	43,3
CSB Partikulär, Inert		$X_{CSB,inert,ZB}$	32,1	32,1	32,1
CSB Inert, gelöst		$S_{CSB,inert,ZB}$	11,2	11,2	11,2
Abfiltrierbare Stoffe		$X_{TS,ZB}$	140,0	140,0	140,0
Abf. Stoffe, organischer Anteil		$X_{orgTS,ZB}$	98,0	98,0	98,0
Abf. Stoffe, anorganischer Anteil		$X_{anorgTS,ZB}$	42,0	42,0	42,0
Rückbelastung Stickstoff			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Stickstofffracht im Primärschlamm		NPS	0	0	0
Stickstofffracht im Überschussschlamm		NÜS	4,2	3,7	2,9
Summe Stickstoff im Schlamm		NÜS+NPS	4,2	3,7	2,9
Rückbelastungsfaktor		r_x	0%	0%	0%
Rückbelastung KN		NR,KN	0,0	0,0	0,0
Rückbelastung NH4-N	95%	NR,NH4	0,0	0,0	0,0
Nährstofffrachten N und P			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
KN	Fracht	KN	22,0	22,0	22,0
	Konzentration	$C_{KN,ZB}$	59,1	59,1	59,1
NH ₄ -N	Fracht	NH ₄ -N	16,0	16,0	16,0
	Konzentration	$S_{NH4,ZB}$	43,0	43,0	43,0
NO ₃ -N	Fracht	NO ₃ -N	0,0	0,0	0,0
	Konzentration	$S_{NO3,ZB}$	0,0	0,0	0,0
P _{ges}	Fracht	P _{ges,ZB}	3,6	3,6	3,6
	Konzentration	$C_{P,ZB}$	9,7	9,7	9,7
C-Quelle			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Konzentration der gewählten C-Quelle		C_{CSB}	1185	1185	1185
BM-Ertragskoeff. der gew. C-Quelle		$Y_{CSB,dos}$	0,45	0,45	0,45
Dichte der gewählten C-Quelle		$\rho_{CSB,dos}$	790	790	790
Dosiermenge C-Quelle		$Q_{CSB,dos}$	0	0	0
Dosierfracht C-Quelle		$C_{CSB,dos}$	0,0	0,0	0,0
		$C_{CSB,dos}$	0,0	0,0	0,0





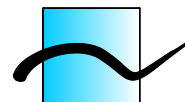
Gesamtüberschussschlammanfall und Schlammalter			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Prozessfaktor gew.	für Spitzenfaktor $f_N =$	2,00	8,0 °C	12,0 °C	20,0 °C
Überschussschlamm C-Elimination		$\dot{U}_{S_{dC}}$	109	104	97
Überschussschlammfall P-Elimination		$\dot{U}_{S_{dP}}$	7	7	7
Überschussschlammfall gesamt		\dot{U}_{S_d}	116	111	105
Gesamtschlammalter		t_{TS}	24,0	25,0	26,6
Aerobes Schlammalter für Nitrifikation		$t_{TS, aerob}$	16,0	16,7	17,8
Sicherheitsfaktor Schlammalter		SF	1,60	1,60	1,60
Prozessfaktor Schlammalter minimal		PF_{Min}	2,00	2,00	2,00
Prozessfaktor Schlammalter vorhanden		PF_{IST}	2,37	3,65	8,51
Maximale Wachstumsrate Nitrifikanten bei 15°C		$\mu_{A,max}$	0,47	0,47	0,47
Stickstoffbilanz und Nitrifikation			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Ablaufkonzentration	NH_4-N	$S_{NH_4,AN}$	0,5	0,5	0,5
Ablaufkonzentration	N_{org}	$X_{orgN,AN} + S_{or}$	1,5	1,5	1,5
N-Anteil in gebildeter Biomasse		$X_{orgN,BM}/X_{CSB}$	0,07	0,07	0,07
N-Anteil an inerten partikulären Fraktionen		$X_{orgN,inert}/X_{CS}$	0,03	0,03	0,03
In Biomasse eingebaute N-Fracht		$X_{orgN,BM}$	7,1	5,6	3,3
N-Fracht der inerten partikulären Fraktionen		$X_{orgN,inert}$	4,1	4,2	4,4
Zu nitrifizierender Stickstoff		$S_{NO_3,D} + S_{NO}$	46,0	47,3	49,4
		N_{nitrifiziert}	17,1	17,6	18,4
Nitratstickstoff im Zulauf Belebung		$S_{NO_3,ZB}$	0,0	0,0	0,0
		NO_3-N_{ZB}	0,0	0,0	0,0
Sauerstoffverbrauch C-Abbau und Denitrifikation (intermitt. D)			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Sauerstoffverbrauch C-Abbau gesamt		OV_C	140,3	146,7	156,1
			377,2	394,3	419,7
Sauerstoffverbr. leicht abbaubare Fraktionen		$OV_{C,la,int}$	0,0	0,0	0,0
			0,0	0,0	0,0
Anteil leicht abb. CSB an gesamtem abb. CSB		f_{CSB}	0,20	0,20	0,20
Sauerstoffverbrauch in DN-Zone		$OV_{C,D,int}$	35,0	36,6	39,0
Denitrifizierbarer Stickstoff		$S_{NO_3,D,vorg,ma}$	32,9	34,4	36,6
			12,3	12,8	13,6
Denitrifikationsgrad aus C-Atmung		$\eta_{D,max}$	71,7%	72,7%	74,2%
Denitrifizierter Stickstoff		$S_{NO_3,D,vorg}$	32,9	34,4	36,6
			12,3	12,8	13,6
Ablaufwerte Stickstoff					
	Ammoniumstickstoff	$S_{NH_4,AN}$	0,5	0,5	0,5
	Nitratstickstoff	$S_{NO_3,AN}$	13,0	12,9	12,7
	Organischer Stickstoff	$X_{orgN,AN} + S_{org}$	1,5	1,5	1,5
	Gesamt-Stickstoff	N	15,0	14,9	14,7
	Anorgan. Stickstoff	$S_{anorgN,AN}$	13,5	13,4	13,2
Abbaugrad Stickstoff in Belebung		$\eta_{N,ges}$	75%	75%	75%





Überprüfung Säurekapazität			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Säurekapazität Trinkwasser		$S_{KS,TW}$	4,0	4,0	4,0
Säurekapazität Ammonium-Stickstoff ZB		$S_{KS,SNH,ZB}$	3,1	3,1	3,1
Säurekapazität Zulauf Belebung		$S_{KS,ZB}$	7,1	7,1	7,1
Abnahme Säurekapazität in Belebung		$\Delta S_{KS,BB}$	-4,2	-4,2	-4,3
Säurekapazität Ablauf Belebungsbecken		$S_{KS,AB}$	2,8	2,8	2,8
Sauerstoffausnutzung Belüftungssystem		OTE	19,3%	18,8%	18,3%
pH-Wert im Ablauf Belebung		pH_{AB}	6,60	6,60	6,60
Sauerstoffverbrauch und Sauerstoffeintrag			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Sauerstoffverbrauch Abbau C-Verbindungen		OV_{dC}	140,3	146,7	156,1
Sauerstoffverbrauch Nitrifikation		OV_{dN}	73,5	75,7	79,0
Sauerstoffverbrauch Denitrifikation (über S_{NO_3})		OV_{dN}	35,0	36,6	39,0
Täglicher Sauerstoffverbrauch		OV_d	178,8	185,8	196,1
		OV_d	7,5	7,7	8,2
Spitzenfaktor C-Verbindungen		f_C	1,095	1,091	1,085
Spitzenfaktor N-Verbindungen (siehe oben)		f_N	2,000	2,000	2,000
Faktor intermittierende Belüftung		f_{int}	1,499	1,499	1,499
Maximaler Sauerstoffverbrauch		$OV_{h,max}$	16,4	17,0	17,8
Faktor C-Verbindungen	Minimallast	f_C	1,100	1,100	1,100
Faktor N-Verbindungen	Minimallast	f_N	1,500	1,500	1,500
Minimaler Sauerstoffverbrauch		$OV_{h,min}$	14,1	14,7	15,4
Sauerstoffzufuhr und Belüftungssystem			BB Fall 1	BB Fall 2	BB Fall 3
Berücksichtigung von DWA M 229-1			8,0 °C	12,0 °C	20,0 °C
Einblastiefe		h_D	4,7	4,7	4,7
Tiefenfaktor		f_d	1,23	1,23	1,23
Salzfaktor		β	1,000	1,000	1,000
Temp-Faktor		θ	1,024	1,024	1,024
Soll- O_2 -Wert		C_x	2,00	2,00	2,00
Höhenlage KA		H	420	420	420
Luftdruck		p_{atm}	963,8	963,8	963,8
O_2 -Sättigung bei	20 °C	$C_{s,20}$	9,1	9,1	9,1
O_2 -Sättigung bei	Auslegungstemperatur	$C_{s,T}$	11,8	10,8	9,1
Grenzflächenfaktor	α - Wert	α	0,65	0,65	0,65
Verhältnis SOTR / OV		SOTR / OV	1,930	1,961	1,992
Standard-O_2-Zufuhr in Reinwasser maximal		$SOTR_{h,max}$	31,6	33,3	35,5
Standard-O_2-Zufuhr in Reinwasser minimal		$SOTR_{h,min}$	27,3	28,7	30,8
Spezifische Standard Sauerstoffzufuhr bei $Q_{L,max}$		$SSOTR_{QL,max}$	19,0	18,5	18,0
Spezifische Standard Sauerstoffzufuhr bei $Q_{L,min}$		$SSOTR_{QL,min}$	21,0	20,0	19,5
Luftbedarf und Norm-Ansaugbedingungen		$Q_{L,max}$	354	382	419
		$Q_{L,min}$	276	306	336
Spezifische Standard-Sauerstoffausnutzung		SSOTE	6,3%	6,2%	6,0%
Sauerstoffausnutzung unter Standardbedingungen		SOTE	29,8%	29,0%	28,2%
Sauerstoffausnutzung unter Betriebsbedingungen		OTE	19,3%	18,8%	18,3%





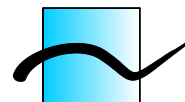
Belüftung			Belüftung		
			T = 8,0 °C	T = 12,0 °C	T = 20,0 °C
Höhe		H	420	420	420
Außenlufttemp.		T _A	10	15	25
Atmosphärendruck		p	964	964	964
Luftfeuchtigkeit		f	70%	70%	70%
Dampfdruck		p _D	12	17	30
Einblastiefe		h _E	4,7	4,7	4,7
max. Luftvolumenstrom unter Normbedingungen			354	382	419
min. Luftvolumenstrom unter Normbedingungen			276	306	336
Anzahl Gebläse gesamt (inkl. 1 Reserve)		n	3	3	3
Luftvolumenstrom Gebläse gewählt		Q _{L,G1}	210	210	210
Betriebsvolumenstrom Gebläse		Q _{L,B1}	231	236	246
Luftvolumenstrom unter Normbedingungen gesamt		Q _{L,Gesamt}	420	420	420
Auslastung		-	84%	91%	100%
Einblastiefe		h _E	4,7	4,7	4,7
Gegendruck Einblastiefe		Δh	470	470	470
Druckverluste Leitung/Armaturen		Δp _{L,tg}	50	50	50
Druckverluste Belüfter		Δp _{Bel}	80	80	80
Druckdifferenz		Δp	600	600	600
Breite Plattenbelüfter		B _{Bel}	0,20	0,20	0,20
Länge Plattenbelüfter		L _{Bel}	1,10	1,10	1,10
Fläche je Belüfter		A _{Bel}	0,22	0,22	0,22
max. Beaufschlagung je Belüfter		q _{L,Bel.}	5,90	6,37	6,99
Anzahl Becken		n _{Becken}	1	1	1
Belüfter gesamt		n _{Bel,ges}	60	60	60
Gewählte Belüfter je Becken		n _{Bel,N}	60	60	60
Fläche Belüfter gesamt		A _{bel,B}	13,2	13,2	13,2
Grundfläche Belebungsbecken		A _{BB}	165,1	165,1	165,1
Belegungsichte		-	8%	8%	8%





Kläranlage Dietpoltskirchen, Gemeinde Falkenberg					
Bemessung Nachklärbecken rund:					
			Ausbau	Ausbau	Ausbau
1. Beckengeometrie					
Anzahl Becken	n	-	1	1	1
Durchmesser	D	m	11,00	11,00	11,00
Oberfläche gesamt	A _{NKB,ges}	m ²	95,0	95,0	95,0
Randtiefe NKB	h _{Rand}	m	3,50	3,50	3,50
Beckentiefe am Einlauf	h _{Trichter}	m	4,00	4,00	4,00
Gefälle Beckensohle	p	%	9,1%	9,1%	9,1%
Beckentiefe bei 2/3 des Fließweges	h _{2/3}	m	3,67	3,67	3,67
			Ausbau	Ausbau	Ausbau
2. Hydraulik					
max. Mischwasserzufluss	Q _m	m ³ /h	61,2	61,2	61,2
		l/s	17,0	17,0	17,0
			Ausbau	Ausbau	Ausbau
3. Belebtschlamm					
Schlammindex	ISV	ml/g	90	120	150
Rücklaufverhältnis gewählt	RV	%	50%	75%	115%
Zufluss einschl. RV je Becken	Q _m *(1+RV)	m ³ /h	92	107	132
Oberflächenbeschickung	q _A	m/h	0,64	0,64	0,64
Eindickzeit	t _E	h	2,0	2,0	2,0
Verhältnis TS _{RS} /TS _{BS}	TS _{RS} /TS _{BS}	-	0,75	0,75	0,75
Trockensubstanzgehalt im Bodenschlamm	TS _{BS}	g/l	14,0	10,5	8,4
Trockensubstanzgehalt im Rücklaufschlamm	TS _{RS}	g/l	10,5	7,9	6,3
Trockensubstanzgehalt im Belebungsbecken		TS _{BB}	3,5	3,4	3,4
Vergleichsschlammvolumen	VSV	ml/l	315	405	505
Schlammvolumenbeschickung	q _{SV}	l/(m ² ·h)	203	261	325
			Ausbau	Ausbau	Ausbau
4. Tiefe					
Klarwasserzone	h ₁	m	0,50	0,50	0,50
Übergangs- und Pufferzone	h _{2/3}	m	0,98	1,36	2,04
Eindick- und Räumzone	h ₄	m	0,48	0,72	1,11
Erf. Gesamtbekettiefe bei 2/3 des Fließweges	Σ h	m	1,96	2,59	3,65
vorh. Beckentiefe bei 2/3 des Fließweges	Σ h _{vorh}	m	3,67	3,67	3,67
Abweichung IST-Zustand	Δ h	m	1,70	1,08	0,02
Verhältnis vertikaler/horizontaler Fließweg	V/H		0,45	0,45	0,45
5. Einlaufgestaltung					
max. Mischwasserzufluss (Bemessungsabfluss bei Regenwetter)	Q _m	m ³ /s	0,017	0,017	0,017
Zufluss einschl. RV je Becken	Q _m *(1+RV)	m ³ /s	0,026	0,030	0,037
Innenradius Einlaufbauwerk einschl. Haube	r _E	m	0,60	0,60	0,60
Tiefe Einlauf (max. Wsp. - UK Einlauf)	T _E	m	2,50	2,50	2,50
Volumen Einlaufbauwerk pro Becken	V _E	m ³	2,83	2,83	2,83
Aufenthaltszeit Einlaufbauwerk	t	s	111	95	77
Aufenthaltszeit Einlaufbauwerk	t	min	1,8	1,6	1,3
Dichte Belebtschlamm	r ₀	kg/m ³	1001	1001	1001
Dichte Umgebungsfluid	r	kg/m ³	1000	1000	1000
Durchmesser Düker ins Einlaufbauwerk	DN	mm	250	250	250
Fläche Düker ins Einlaufbauwerk	A	m ²	0,05	0,05	0,05
Eintrittsgeschwindigkeit in das Einlaufbauwerk (Zulaufdüker)	v _E	m/s	0,52	0,61	0,74
In das Einlaufbauwerk eingetragene Leistung	P _E	Nm/s	3,44	5,47	10,14
Dynamische Viskosität belebter Schlamm	m	Ns/m ²	0,0013	0,0013	0,0013
G-Wert (Flockung)	G	1/s	30,6	38,6	52,5
Öffnungshöhe Eintrittsquerschnitt	h	m	0,30	0,30	0,30
Fläche Einlauf ins NKB	F	m ²	1,13	1,13	1,13
Horizontale Strömungsgeschwindigkeit im Eintrittsquerschnitt	u	mm/s	22,55	26,30	32,32
Horizontale Strömungsgeschwindigkeit im Eintrittsquerschnitt	u	m/s	0,023	0,026	0,032
(r ₀ -r)/r *g		m/s ²	0,010	0,010	0,010
Densimetrische Froudezahl Einlaufquerschnitt	F _D	-	0,42	0,48	0,60





Bemessung externe Schlammentsorgung, Neubau Schlammstapelbehälter SSTB				
Bemessungsgrößen				
Mittlerer Schlammanfall	$\dot{U}_{S,d}$	kg/d	:	78
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm	$TS_{\dot{U}_S}$	g/l	:	11,5
Schlammanfall	$Q_{\dot{U}_S,d}$	m ³ /d	:	6,8
Durchmesser gewählt	D_{SSTB}	m	:	10
Oberfläche	A_{SSTB}	m ²	:	79
Tiefe gewählt	h_{SSTB}	m	:	5,0
Volumen Schlammstapelbehälter	V_{SSTB}	m ³	:	393
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm nach Eindickung in SSTB	$TS_{\dot{U}_S,Eind}$	g/l	:	40,0
Schlammanfall nach Eindickung	$Q_{\dot{U}_S,Eind}$	m ³ /d	:	1,9
Aufenthaltszeit Schlammstapelbehälter	t_{SSTB}	d	:	202
Schlammmentwässerung				
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm nach Eindickung in SSTB	$TS_{\dot{U}_S,Eind}$	g/l	:	40,0
Trockensubstanzgehalt Überschussschlamm nach Entwässerung in mobiler Schneckenpresse	$TS_{\dot{U}_S,Entw}$	%	:	20,0
		g/l	:	200,0
Schlammanfall vor Entwässerung bei vollem Speicher	$V_{\dot{U}_S,Eind}$	m ³	:	393
Schlammanfall nach Entwässerung	$V_{\dot{U}_S,Entw}$	m ³	:	79
Gewählte Entwässerungszeit bei vollem Eindicker	t	d	:	10
Gewählte Entwässerungszeit pro Tag	t	h	:	22
Erforderlicher Durchsatz Schlammmentwässerung (Zulauf)	$Q_{Schlamm}$	m ³ /h	:	1,78
Erforderlicher Durchsatz Schlammmentwässerung (Ablauf)	$Q_{Schlamm}$	m ³ /h	:	0,36
Gewälter Durchsatz Schlammmentwässerung (Zulauf)	$Q_{Schlamm}$	m ³ /h	:	2,0
Filtratspeicher (optional)				
Filtratanfall	$Q_{Filtrat}$	m ³ /h	:	1,4
Volumen Filtratwasserspeicher gewählt	$V_{FiltratSp}$	m ³	:	80
Durchmesser Filtratwasserspeicher gewählt	$D_{FiltratSp}$	m	:	4,5
Oberfläche Filtratwasserspeicher	$A_{FiltratSp}$	m ²	:	15,9
Wassertiefe Filtratwasserspeicher	$h_{FiltratSp}$	m	:	5,0
Aufenthaltszeit Filtratspeicher	t	h	:	56,0

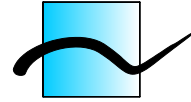




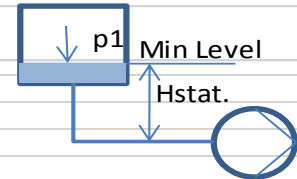
Anhang 3: Auslegung Maschinentechnik

Rührwerk		Projekt-Nr.	26601
		Projekt-Name	Diepoltskirchen
1	Pos.-Nr.		
2	Anzahl (Betrieb und Reserve)		1
3	Zweck		Mischung während Deniphase
4	Anzahl in Betrieb		1
5	Anzahl in Stand by		0
6	Antrieb	Schutzart	IP65
7		Explosions-schutz	-
8	Medium		Abwasser + Belebtschlamm
9	Temperatur T	[°C]	5 - 25
10	pH-Wert	[-]	5 - 9
11	Dichte bei Temperatur T	[kg/l]	1,0
12	Trockensubstanzgehalt	[g/l]	3,0
13	dyn. Viskosität bei T	[mPa*s]	1,0
14	Beckenform		rund
15	Reaktorvolumen	[m³]	826
16	Durchmesser	[m]	14,5
17			
18	Wassertiefe	[m]	5,0
21	mittlere Sohlgeschwindigkeit	[m/s]	> 0,30
22	Nennleistung (P ₂)	[kW]	4,0
23	Energieverbrauch (P ₁)	[kW]	4,0
24	Stromspannung	[V]	400
25	Frequenz	[Hz]	50
26	Nennstrom (I _N)	[A]	
27	Energiedichte (E _R)	[W/m³]	4,8
28	Rührwerkstyp		Oberflächenrührer
29	Motordrehzahl (n ₁)	[1/min]	
30	Propellerdrehzahl (n ₂)	[1/min]	
31	Propellerdurchmesser	[m]	





Zulaufpumpen		Projekt-Nr.	26601
		Projekt-Name	Diepoldtskirchen
1	Pos.-Nr.		
2	Anzahl (in Betrieb und Reserve)		2
3	Zweck		Abwasserbeschickung Kompaktanlage
4	Anzahl in Betrieb		1
5	Anzahl in Stand by		1
6	Antrieb	Schutzart	IP65
7		Explosionschutz	-
8	Medium		Rohabwasser
9	Temperatur T	[°C]	5-25
10	pH-Wert	[-]	5 - 9
11	Dichte bei Temperatur T	[kg/l]	1,0
12	Dampfdruck bei Temperatur T	[bar]	0,075
13	dyn. Viskosität bei Temperatur T	[mPa*s]	1,0
14	Trockensubstanzgehalt	[g/l]	1,0
15	korrosiv		nein
16	Höhe	[m]	420
17	Druck am Zulauf p ₁	[bar]	0,964
18	max. Durchfluss Q _{max}	[m³/h]	61,2
19	min. Durchfluss Q _{min}	[m³/h]	20
20	Wasserstand über der Pumpenachse H _{stat.}	[m]	5,90
21	geod. Förderhöhe h _{geo}	[m]	6,50
22	mano. Förderhöhe h _{mano}	[m]	7,50
23	Druckverlust Saugseite Z _s	[m]	0,10
24	max. Überdruck am Saugstutzen p _{2,max}	[m]	15,72
25	min. Überdruck am Saugstutzen p _{2,min}	[m]	15,62
26	NPSH _{Anlage}	[m]	14,86
27	Überdruck am Druckstutzen p ₃	[m]	23,12
28	Pumpenart		Kreiselpumpe
29	Gesamtumpenwirkungsgrad	[%]	45%
30	NPSH _{Pumpe}	[m]	
31	rechn. Pumpenleistung	[kW]	2,78
32	Motorbemessungsleistung (P ₂)	[kW]	
33	Leistungsaufnahme (P ₁)	[kW]	
34	Spannung	[V]	
35	Frequenz	[Hz]	
36	Motornennstrom (I _N)	[A]	
37	Motordrehzahl rpm (n ₁)	[1/min]	
38	Pumpendrehzahl rpm (n ₂)	[1/min]	
39	Stutzen Saugseite DN	[mm]	
40	Stutzen Druckseite DN	[mm]	
41	Bauart (Blockbau eise/Riemenantrieb)		
42	Kupplung zw. Motor und Pumpe (Exzentrerschneckenpumpen)		
	Sachbearbeiter		dein
	Datum		20.05.2019
	Geprüft		

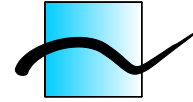


$$p_{2,max} = p_1 + (-H_{stat.})$$

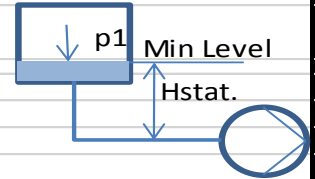
$$p_{2,min} = p_1 + (-H_{stat.}) - Z_s$$

$$NPSH = p_1 \cdot p_D + (-H_{stat.}) - Z_s$$





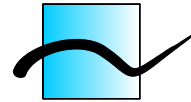
Überschussschlamm-		Projekt-Nr.	26601
		Projekt-Name	Diepoltskirchen
1	Pos.-Nr.		
2	Anzahl (in Betrieb und Reserve)		2
3	Zweck		Überschussschlammabzug vom BB zum Schlammsammelbehälter
4	Anzahl in Betrieb		1
5	Anzahl in Stand by		0
6		Schutzart	IP68
7	Antrieb	Explosionsschutz	-
8	Medium		Überschussschlamm
9	Temperatur T	[°C]	10-25
10	pH-Wert	[-]	5 - 9
11	Dichte bei Temperatur T	[kg/l]	1,0
12	Dampfdruck bei Temperatur T	[bar]	0,075
13	dyn. Viskosität bei Temperatur T	[mPa*s]	1,0
14	Trockensubstanzgehalt	[g/l]	6,0
15	korrosiv		nein
16	Höhe	[m]	420
17	Druck am Zulauf p ₁	[bar]	0,964
18	max. Durchfluss Q _{max}	[m³/h]	5
19	min. Durchfluss Q _{min}	[m³/h]	3
20	Wasserstand über der Pumpenachse H _{stat.}	[m]	0,00
21	geod. Förderhöhe h _{geo}	[m]	2,90
22	mano. Förderhöhe h _{mano}	[m]	4,00
23	Druckverlust Saugseite Z _s	[m]	0,10
24	max. Überdruck am Saugstutzen p _{2,max}	[m]	9,82
25	min. Überdruck am Saugstutzen p _{2,min}	[m]	9,72
26	NPSH _{Anlage}	[m]	8,96
27	Überdruck am Druckstutzen p ₃	[m]	13,72
28	Pumpenart		Kreiselpumpe
29	Gesamtpumpenwirkungsgrad	[%]	40%
30	NPSH _{Pumpe}	[m]	
31	rechn. Pumpenleistung	[kW]	0,1363
32	Motorbemessungsleistung (P ₂)	[kW]	
33	Leistungsaufnahme (P ₁)	[kW]	
34	Spannung	[V]	
35	Frequenz	[Hz]	
36	Motornennstrom (I _N)	[A]	
37	Motordrehzahl rpm (n ₁)	[1/min]	
38	Pumpendrehzahl rpm (n ₂)	[1/min]	
39	Stutzen Saugseite DN	[mm]	
40	Stutzen Druckseite DN	[mm]	
41	Bauart (Blockbau eise/Riemenantrieb)		
42	Kupplung zw. Motor und Pumpe (Exzentrerschneckenpumpen)		
	Sachbearbeiter		dein
	Datum		20.05.2019
	Geprüft		



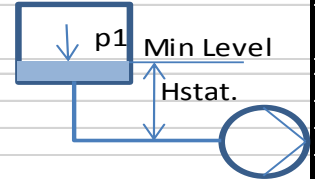
$$p_{2,max} = p_1 + (-H_{stat.})$$

$$p_{2,min} = p_1 + (-H_{stat.}) - Z_s$$

$$NPSH = p_1 \cdot \rho_D + (-H_{stat.}) - Z_s$$



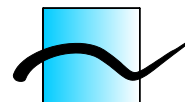
Rücklaufschlamm		Projekt-Nr.	26601
		Projekt-Name	Diepoltskirchen
1	Pos.-Nr.		
2	Anzahl (in Betrieb und Reserve)		2
3	Zw eck		Rücklaufschlamm
4	Anzahl in Betrieb		1
5	Anzahl in Stand by		0
6	Antrieb	Schutzart	IP68
7		Explosions- schutz	-
8	Medium		Rücklaufschlamm
9	Temperatur T	[°C]	10-25
10	pH-Wert	[-]	5 - 9
11	Dichte bei Temperatur T	[kg/l]	1,0
12	Dampfdruck bei Temperatur T	[bar]	0,075
13	dyn. Viskosität bei Temperatur T	[mPa*s]	1,0
14	Trockensubstanzgehalt	[g/l]	6,0
15	korrosiv		nein
16	Höhe	[m]	420
17	Druck am Zulauf p ₁	[bar]	0,964
18	max. Durchfluss Q _{max}	[m³/h]	46
19	min. Durchfluss Q _{min}	[m³/h]	10
20	Wasserstand über der Pumpenachse H _{stat.}	[m]	0,00
21	geod. Förderhöhe h _{geo}	[m]	1,00
22	mano. Förderhöhe h _{mano}	[m]	2,00
23	Druckverlust Saugseite Z _s	[m]	0,10
24	max. Überdruck am Saugstutzen p _{2,max}	[m]	9,82
25	min. Überdruck am Saugstutzen p _{2,min}	[m]	9,72
26	NPSH _{Anlage}	[m]	8,96
27	Überdruck am Druckstutzen p ₃	[m]	11,72
28	Pumpenart		Kreiselpumpe
29	Gesamtpumpenwirkungsgrad	[%]	45%
30	NPSH _{Pumpe}	[m]	
31	rechn. Pumpenleistung	[kW]	0,5571
32	Motorbemessungsleistung (P ₂)	[kW]	
33	Leistungsaufnahme (P ₁)	[kW]	
34	Spannung	[V]	
35	Frequenz	[Hz]	
36	Motornennstrom (I _N)	[A]	
37	Motordrehzahl rpm (n ₁)	[1/min]	
38	Pumpendrehzahl rpm (n ₂)	[1/min]	
39	Stutzen Saugseite DN	[mm]	
40	Stutzen Druckseite DN	[mm]	
41	Bauart (Blockbau eise/Riemenantrieb)		
42	Kupplung zw . Motor und Pumpe (Exzentrerschneckenpumpen)		
	Sachbearbeiter		dein
	Datum		20.05.2019
	Geprüft		



$$p_{2,max} = p_1 + (-H_{stat.})$$

$$p_{2,min} = p_1 + (-H_{stat.}) - Z_s$$

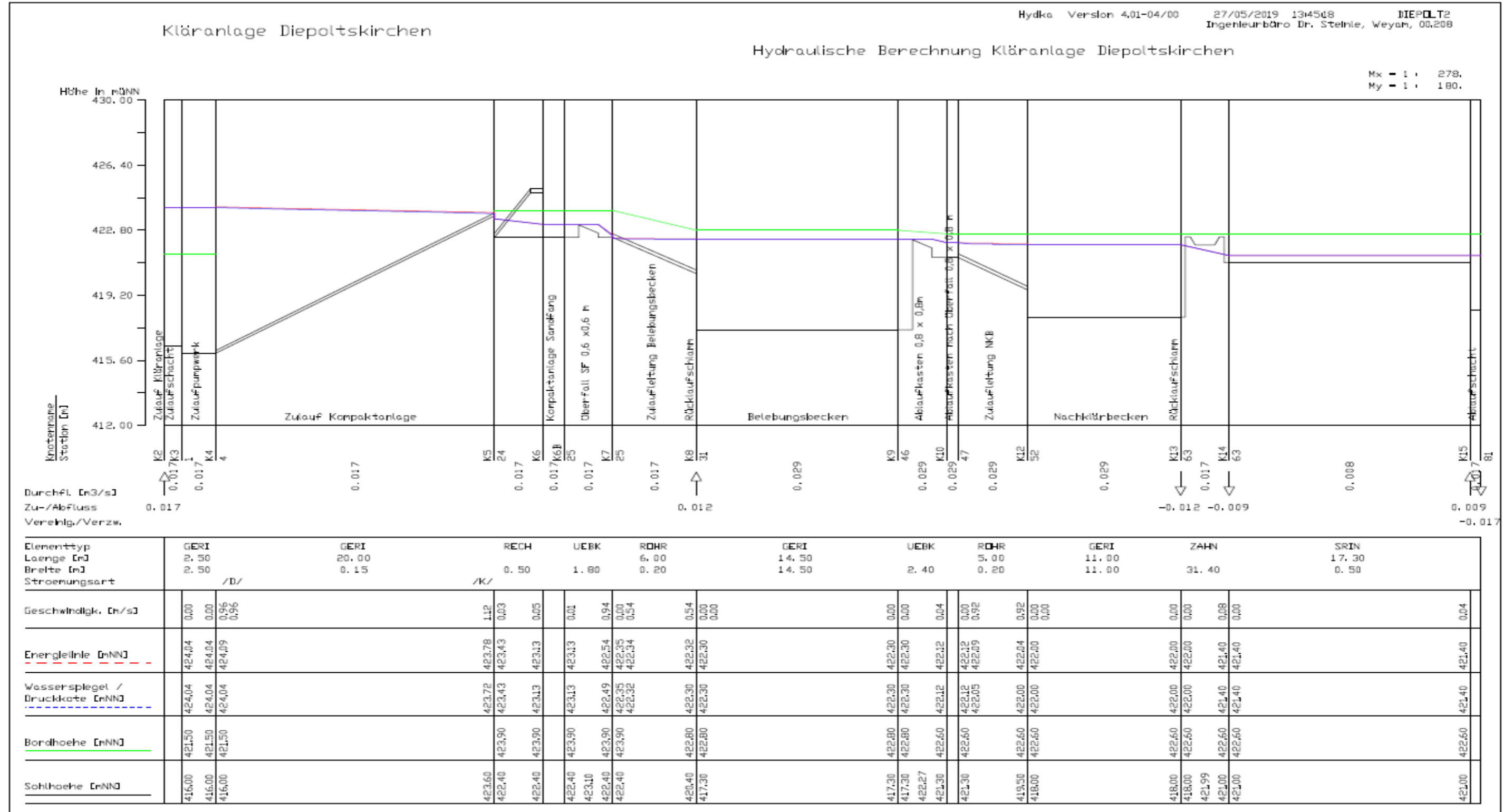
$$NPSH = p_1 \cdot \rho_D + (-H_{stat.}) - Z_s$$



Gebläse		Projekt-Nr.	26601
		Projekt-Name	Diepoltskirchen
1	Pos.-Nr.		F-3
2	Anzahl (in Betrieb und Reserve)		3
3	Zweck		Belüftung Belebtschlamm
4	Anzahl in Betrieb		2
5	Anzahl in Stand by		0
6	Antrieb	Schutzart	IP55
7		Explosions-schutz	-
8	Medium		Luft
9	Gaszusammensetzung		Luft
10	Korrosive Inhaltsstoffe		-
11	Relative Luftfeuchtigkeit	[%]	70
12	Relatives Molekulargewicht	[g/mol]	28,96
13	Adiabaten- Exponent	κ	1,4
14	min. Eingangstemperatur $T_{in,min}$	[°C]	-10
15	max. Eingangstemperatur $T_{in,max}$	[°C]	25
16	Aufstellungshöhe	[m]	420
17	Ansaugdruck p	[bar]	0,964
18	Differenzdruck Δp	[bar]	5
19	Volumenstrom bei Ansaugbedingungen	[m³/h]	479
20	Volumenstrom bei Standardbedingungen ($t = 273K, P = 1,013 \text{ bar}, rh = 0\%$)	[Nm³/h]	408
21	Volumenstrom unter Betriebsbedingungen	[Bm³/h]	127
22	min. Auslasstemperatur $T_{dis,min}$	[°C]	170
23	max. Auslasstemperatur $T_{dis,max}$	[°C]	229
24	Förderdruck p_{dis}	[bar]	5,964
25	Benötigte Leistung an der Antriebsachse P_k	[kW]	
26	Motorleistung P_2	[kW]	
27	Spannung	[V]	400
28	Frequenz	[Hz]	50
29	Nennstrom (I_N)	[A]	
30	Motordrehzahl (n_1)	[1/min]	
31	Hauptkolbendrehzahl (n_2)	[1/min]	
32	Gebälsetyp		Drehkolbengebläse
	Ingenieur:		Dein
	Aufgestellt:		20.05.2019
	Geprüft:		



Anhang 4 Hydraulische Berechnung



Anhang 5 Zeitplan

Maßnahmen		2019												2020												2021												2022	
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2					
Ende Entwurfsplanung	PL	█																																					
Ausführungsplanung	PL		█	█	█	█																																	
Ausschreibung/Vergabe	BT/MT/ET						█	█	█	█																													
Baubeginn	BT										█																												
Baustelleneinrichtung	BT										█	█																											
Erdarbeiten/Baugrund aufschütten	BT										█	█																											
Zulaufpum pwerk	BT												█	█																									
Zulaufpum pwerk	MT																																						
Betriebsgebäude	BT																																						
Kompaktanlage	MT																																						
Sonstige Ausstattung Betriebsgebäude	MT/ET																																						
Belebungsbecken	BT																																						
Belebungsbecken	MT																																						
Gebläse/Luftleitungen/Belüfter	MT																																						
Nachklärbecken	BT																																						
Nachklärbecken	MT																																						
RS-ÜS-Pumpwerk	BT																																						
RS-ÜS-Pumpwerk	MT																																						
Schlamm speicher/Filtratspeicher	BT																																						
Schlamm speicher/Filtratspeicher	MT																																						
Elektrotechnik/Steuerung	ET																																						
Außenanlagen/Zaun/Tor	BT																																						
Inbetriebnahme	MT/ET																																						