



Planung, Dimensionierung und Instandhaltung von Pumpen für Strassenabwasser

Projektierungshilfe

Dokumentennummer: ASTRA-D-82D83401/786



Impressum

Erstelldatum/Revisionsdatum:	03.05.2024
Ersteller/in:	Uwe Köstermann
Verzeichnis/Dateiname:	ASTRA-D-82D83401/786
Anzahl Seiten:	107
Genehmigt am:	07.05.2024
Genehmigt von:	Fachgruppe BSA
Freigabe von:	AC I-Ost



Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Ersteller	Bemerkungen
1.00	03.05.2024	Uwe Köstermann	Erstellung, ersetzt BSA Merkblatt 23001-11850



Inhaltsverzeichnis

1	Grundsätze zur Projektierungshilfe.....	12
2	Allgemein	13
2.1	Zweck.....	13
2.2	Anwendung	13
2.3	Abgrenzungen.....	14
2.4	Grundlagen und Bezugsnormen.....	14
2.5	Begriffsbestimmung und Abkürzungen (Glossar).....	14
2.6	Wegweisung durch die Projektierungshilfe (Verantwortungszuordnung der planenden Bereiche).....	16
	Verantwortungsbereich(e): alle	16
3	Fachbereiche und Schnittstellen.....	16
3.1	Adressaten.....	16
3.2	Bereiche und planerische Anforderungen	17
3.2.1	Aufgaben- und Planungsumfang im Bereich der BSA.....	17
3.2.2	Aufgaben- und Planungsumfang im Bereich Bau.....	18
3.2.3	Aufgaben- und Planungsumfang in den Bereichen Prozess- und Verfahrenstechnik	19
3.2.4	Aufgaben- und Planungsumfang im Bereich Energie.....	20
3.2.5	Aufgaben- und Planungsumfang im Bereich Kommunikation	20
	Verantwortungsbereich(e): Projektleitung	20
4	Umfang der Unterlagen bei der Projektierung	20
	Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Maschinentechnik, Verfahrenstechnik	20
5	Grundsätze zu Pumpwerken ausserhalb und innerhalb von SABA	20
5.1	Anlagentypen	20
	Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik	21
6	Prinzipiell zu beachtende Planungsgrundsätze	21
6.1	Fachübergreifende Planungen und Abhängigkeiten	21
	Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik	21
6.2	Energieeffizienz und Nachhaltigkeit.....	21



Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik	22
6.3 Anforderungen an den hydraulischen Wirkungsgrad	22
Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik	22
6.4 Mögliche Laufradhydrauliken bei Pumpen für Strassenabwasser	22
Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik, Bau	24
7 Notwendige Angaben für die ersten maschinen- und elektrotechnischen Planungsschritte..	24
Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik	25
8 Konzeptioneller Aufbau des Pumpwerks	25
Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik	26
9 Klassifizierung von Pumpwerken	26
Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik	26
10 Aufstellarten und technische Eigenschaften verschiedener Pumpentypen	26
10.1 Grundlegende Hinweise	26
10.2 Kleinpumpwerke in Nassaufstellung (Tauchmotorpumpen)	27
10.2.1 Allgemeine Hinweise zur Planung	27
Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik, Bau.....	27
10.2.2 Baulich-konstruktive Anforderungen an den Pumpensumpf	27
Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik, Verfahrenstechnik, Bau	30
10.2.3 Aufstellung und Befestigung der Pumpen im Pumpensumpf	30
Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Maschinentechnik, Verfahrenstechnik	31
10.2.3.1 Personen- und Arbeitsschutz im Bereich des Pumpensumpfs	31
Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik	32
10.2.4 Sohltiefe und Schaltkoten im Pumpensumpf	32
Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik	33
10.2.5 Armaturenschacht.....	33
Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik	34
10.2.6 Technische Besonderheiten und Anforderungen an Pumpen in Nassaufstellung	34
Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Elektrotechnik	36
10.2.7 Versorgungsstationen und Kabinen.....	36



Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik	37
10.3 Kleinpumpwerke in Trockenaufstellung	37
Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik	38
10.4 Mittलगrosse Pumpwerke in Trockenaufstellung	38
10.4.1 Grundsätzliche Informationen zur Aufstellart.....	38
10.4.2 Technische Besonderheiten und Anforderungen an Pumpen in Trockenaufstellung	40
10.4.3 Gängige Aufstellarten bei Pumpen in Trockenaufstellung mit Riementrieb	42
Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik, Bau	42
10.4.4 Bauliche Gestaltung des Saugraums sowie Anordnung der Saugrohre	42
Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik, Bau	45
10.5 Grosspumpwerke (Rohrschachtpumpen)	45
10.5.1 Grundsätzliches zum Pumpentyp	45
10.5.2 Anforderungen an Rohrschachtpumpen.....	45
Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik, Bau.....	47
10.5.3 Varianten der Bauwerksgestaltung bei Rohrschachtpumpen	47
Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik, Bau.....	50
10.6 Schneckenpumpwerke	50
Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik, Bau	51
11 Konstruktive und planerische Anforderungen an Bauteile und Komponenten	51
11.1 Rohrleitungen und Armaturen.....	51
11.2 Konstruktiver Aufbau und Ausführungsqualität der Rohrleitungen.....	52
11.3 Ausführung und Werkstoffwahl bei Armaturen	53
11.4 Bestimmung der Rohrleitungsquerschnitte.....	54
11.5 Klappenschlag- und Druckstossgefahren bei Sammel- und Einzeldruckrohrleitungen.....	54
11.6 Korrosionsschutz	57
11.7 Hydraulische Abnahmeprüfungen bei Kreiselpumpen und zulässige Gesamttoleranzen.....	58
Verantwortungsbereich(e): Elektrotechnik, Verfahrenstechnik	59
11.8 Elektrische Leistungsreserve des Antriebsmotors.....	59
Verantwortungsbereich(e): Elektrotechnik	60



12	Planungsgrundlagen zum elektrotechnischen Aufbau und Anschluss der Pumpstation	60
12.1	Energiebilanzierung	60
12.2	Energieversorgung, Versorgungssicherheit	60
12.3	Aufbau der Starkstromanlagen	60
12.3.1	Versorgung aus dem Hochspannungsnetz (10 kV)	60
12.3.2	Niederspannungsschaltanlage	60
12.3.3	Einsatz von Trenntransformatoren	61
12.4	Schaltschrankaufbau	61
12.4.1	Anzeigeelemente	61
12.4.2	Bedienelemente	62
12.5	Notstromversorgung	62
12.6	Elektroinstallationen im Pumpwerk.....	63
12.6.1	Grundsätze zu den Installationen	63
12.6.2	Elektroinstallationen im Betriebsgebäude/in der Versorgungsstation	64
12.6.3	Niederspannungsinstallationen.....	65
12.6.4	Beleuchtung und Beleuchtungsniveaus	65
12.6.5	Heizung und Belüftung in Betriebsgebäuden und Versorgungsstationen	65
12.6.6	Kompensation und Einsatz von Frequenzumrichtern (FU)	66
12.6.7	Sicherheitskonzept sowie Einbruch- und Zugangskontrolle	66
	Verantwortungsbereich(e): Elektrotechnik	66
13	Elektrische Schutz- und Ex-Schutz-Massnahmen.....	66
13.1	Blitz- und Überspannungsschutz	66
13.2	Erdung und Potenzialausgleich	66
13.3	Explosionsgefährdete Zonen	67
	Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik	68
14	Steuerung, Regelung und Betrieb der Pumpen.....	68
14.1	Grundsätze im Rahmen der Planung	68
14.2	Lastenheft (Steuerung und Regelung der Pumpen).....	68
14.3	Betrieb der Pumpen mit einer Regelung	68



14.4	Anlagensteuerung.....	68
14.5	Automatisation und Betrieb der Pumpstation	69
14.5.1	Grundsätzliche Anforderungen	69
14.5.2	Möglichkeiten beim Aufbau der Steuerung.....	71
Verantwortungsbereich(e): Elektrotechnik, Verfahrenstechnik		72
14.6	Elektrotechnische Sicherheitseinrichtungen	72
14.6.1	Notbetrieb der Pumpen.....	72
14.6.2	Not-Halt-Schalter	72
14.7	Förderkontrolle und Trockenlaufüberwachung bei den Pumpen.....	73
14.8	Massnahmen bei überflutetem Maschinenraum (Trockenaufstellung).....	74
14.9	Betriebsweise Beckenumwälzanlagen und deren Einbindung in die Automatisation	74
14.10	Bypass- und Entleerungsleitung im Bereich der Einzel- oder Sammeldruckrohrleitung	75
14.11	Aufbau und Konzeption der Störungserfassung und -weiterleitung	75
14.11.1	Störungsanzeige im Schaltschrankbereich	75
Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Bau		76
15	Bauliche, ausrüstungstechnische Grundsätze und Sicherheitsanforderungen	76
Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Maschinentechnik, Elektrotechnik		79
16	Dokumentationsunterlagen	79
Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik, Betrieb und Unterhalt		80
17	Empfehlungen zum Betrieb und zum Unterhalt der Maschinen- und Elektrotechnik in Pumpwerken an den Nationalstrassen	80
17.1	Grundlegende Ansprüche	80
17.2	Grundsätze im betrieblichen Unterhalt	80
17.3	Maschinen- und elektrotechnische Instandhaltung an Pumpwerken	80
17.3.1	Ausrüstung für den betrieblichen Unterhalt	81
17.4	Umfang der monatlichen Begehung mit einfacher Inspektion (Bezug Kontrolle und Tests 13028)	81
17.5	Umfang der halbjährlichen Begehung mit erweiterter Inspektion	82
17.6	Umfang der jährlichen Wartung	82
17.6.1	Inspektion und Wartung der maschinentechnischen Ausrüstung sowie der Gebäude technik.....	82



17.6.2	Inspektion und Wartung der elektrotechnischen Ausrüstung sowie der Gebäudetechnik	83
--------	---	----

Anhang im Folgenden.....85

Anhang 1:	Beispiel zu einem Q/h-Diagramm mit reduzierten Kennlinienverläufen (Parallel-/ Einzelbetrieb	85
Anhang 2:	Schema zu einem nass aufgestellten Pumpwerk in Kombination mit einem Regenrückhaltebecken und zwei Zuflüssen	86
Anhang 3:	Schematischer Aufbau eines Armaturenschachts	87
Anhang 4:	Beispiel zu einem Pumpwerk in Trockenaufstellung	88
Anhang 5:	Dimensionierungshilfe zu Massen und Abstände bei der Gestaltung des Pumpensumpfs bei Trockenaufstellung	89
Anhang 6:	Schematische Ansichten zu Pumpensämpfen mit Balkonen und Trennwand (Trockenaufstellung)	90
Anhang 7:	Winkel bei FFR-Stücken, Saugrohr mit Rohrbogen und Tulpe	92
Anhang 8:	Konzeptioneller Aufbau einer Rückschlagklappe (RSK) mit Federbelastung (und Überdruckventil)	93
Anhang 9:	Konzeptioneller Aufbau einer Rückschlagklappe (RSK) mit Hebel und Gewicht	94
Anhang 10:	Empfehlungen zu Betriebs- und Störmeldungen	95
Anhang 11:	Isolierende Befestigungen bei Bohrungen im Bereich der konstruktiven Bewehrung (galvanische Trennung)	96
Anhang 12:	Prinzipschema zum Schaltschrankaufbau bei Trocken- und Nassaufstellung (mit Versorgungsstation)	97
Anhang 13:	Prinzipschema zur technischen Ausführung einer Niveaumessung im Pumpensumpf	98
Anhang 14:	Schema zur Bypass-/Entleerungsleitung im Bereich einer Einzel-/Sammeldruckrohrleitung	99
Anhang 15:	Prinzipskizze mit wesentlichen Planungsgrunddaten bei Trockenaufstellung	100
Anhang 16:	Dimensionierungshilfe zu Schneckenpumpwerken	101
Anhang 17:	Wesentliche Bezugsvorschriften und Verweise	102
Anhang 18:	Rettungshubsysteme im Bereich von Abstiegen an Pumpensämpfen und Becken	105



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Prinzipskizze mit wesentlichen Planungsgrunddaten bei Nassaufstellung	24
Abbildung 2:	Schematische Darstellung eines Pumpensumpfs mit Bermen, Prallplatte bzw. Balkon (Nassaufstellung)	28
Abbildung 3:	Anordnung und Geometrie eines Trennsplitters zwischen zwei Pumpen (Nass-Aufstellung)	29
Abbildung 4:	Aufstellschema zu Pumpen in Nassaufstellung mit in den Einzeldruckrohrleitungen integrierten Armaturen	31
Abbildung 5:	Wichtige Pumpenbaumasse zur Bestimmung der Sohltiefe im Pumpensumpf (Nassaufstellung)	33
Abbildung 6:	Schemata zu möglichen Aufstellarten von In-Line-Pumpen	37
Abbildung 7:	Beispielhafte Querschnittansicht einer Pumpstation in Trockenaufstellung	38
Abbildung 8:	Schematische Darstellung möglicher Aufstellvarianten bei Pumpen mit Riementrieb	42
Abbildung 9:	Schematische Draufsicht eines Pumpensumpfs mit Prallplatte ($Q_{\text{Pumpe}} \leq 250 \text{ l/s}$) bei frontalem Zufluss	43
Abbildung 10:	Schematischer Querschnitt eines Pumpensumpfs mit Prallplatte bei seitlichem Zufluss	44
Abbildung 11:	Grafische Darstellung zum Mindestwasserstand bei Rohrschachtpumpen, mit Bodenrippe	45
Abbildung 12:	Beispielvarianten der Rohrschachtausführung und -gestaltung, mit Bodenrippe	47
Abbildung 13:	Beispiel zur Saugraumgestaltung (offene Einlaufkammer) bei Rohrschachtpumpen mit K-Rad und allgemeinen Richtmassen	48
Abbildung 14:	Beispiel zur strömungsoptimierten Saugraumgestaltung bei Rohrschachtpumpen mit Parallel- und Wechselbetrieb	49
Abbildung 15:	Grundkonstruktion und -prinzipien einer Schneckenpumpe	50
Abbildung 16:	Anordnung der Rückschlagklappe auf dem Druckstutzen in Abhängigkeit der Spiralgehäuseform (Trockenaufstellung)	56
Abbildung 17:	Minimale Fließgeschwindigkeit zum Mittransport von Luftblasen in Rohrleitungen mit dem Gefälle I_R	56
Abbildung 18:	Mögliche Anordnung eines Tauchmotorrührwerks (TMR) im Pumpensumpf bei Trockenaufstellung	75
Abbildung 19:	Beispiel zu einem Q/h-Diagramm mit reduzierter Pumpenkennlinie zur Darstellung von Parallel- und Einzelbetrieb	85
Abbildung 20:	Schema zu einer Nass-Aufgestellte Pumpen in Kombination mit einem Regenrückhaltebecken und zwei Zuflüssen	86
Abbildung 21:	Schemata zur möglichen technischen Ausrüstung eines Armaturenschachts mit Anordnung der dortigen Einbauten	87



Abbildung 22:	Beispiel zu einem Pumpwerk in Trockenaufstellung (weitergehende Ansichten zu Kapitel 10.4)	88
Abbildung 23:	Schematische Draufsicht eines Pumpensumpfs mit Balkon, integrierten Verteilöffnungen und Trennsplittern	90
Abbildung 24:	Schematische Draufsicht eines Pumpensumpfs mit Balkon und integrierten Verteilöffnungen bei seitlichen/mehreren	90
Abbildung 25:	Schematischer Querschnitt eines Pumpensumpfs mit Trennwand	91
Abbildung 26:	Schematischer Querschnitt eines Pumpensumpfs mit Trennwand (links) und Balkon (rechts)	91
Abbildung 27:	FFR-Stück mit Verjüngungswinkel, Saugrohr mit Tulpe (Trockenaufstellung)	92
Abbildung 28:	Konzeptioneller Aufbau einer Rückschlagklappe (RSK) mit Federbelastung (und Überdruckventil)	93
Abbildung 29:	Konzeptioneller Aufbau einer Rückschlagklappe (RSK) mit Hebel und Gewicht	94
Abbildung 30:	Empfehlung von <u>projektspezifisch</u> zu übertragenden (UeLS) Betriebs- und Störmeldungen	95
Abbildung 31:	Isolierte Verschraubung an Pumpen (auf Kabeltragsysteme etc. übertragbar)	96
Abbildung 32:	Schematischer Schaltschrankaufbau in einem Pumpwerk mit Trockenaufstellung	97
Abbildung 33:	Schematischer Schaltschrankaufbau in einem Pumpwerk mit Nassaufstellung (Elektrokabine)	97
Abbildung 34 :	Schematische Darstellungen zur Niveaumessung im Pumpensumpf (nass/trocken)	98
Abbildung 35:	Schema zur Bypass- und Entleerungsleitung zwecks Einfahren und Wartung des Pumpwerks, inkl. Möglicher Druckentlastung bei Druckschlaggefahr	99
Abbildung 36:	Grobskizze mit wesentlichen Planungsgrunddaten bei Trockenaufstellung	100
Abbildung 37:	Beispiel zu einem Rettungshubsystem (Höhensicherung)	105
Abbildung 38:	Beispiel zur Umsetzung eines portablen Rettungshubsystem (Höhensicherung) im Beckenbereich	106



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Lauftradtypen und deren Eigenschaften (Bezug Strassenabwasser bzw. Oberflächenwasser)	23
Tabelle 2:	Richtmasse für die Pumpensumpfabmessungen und die Pumpenanordnungen bei Pumpen mit Nassaufstellung	29
Tabelle 3:	Orientierungswerte anzustrebender Schaltspiele bei Pumpen mit Nassaufstellung	35
Tabelle 4:	Orientierungswerte anzustrebender Schaltspiele bei Pumpen mit Trockenaufstellung	40
Tabelle 5:	Wesentliche Werkstoffanforderungen bei Armaturen und deren Zubehör	53
Tabelle 6:	Vorzugsfliessgeschwindigkeiten in Rohrleitungen (und Armaturen)	54
Tabelle 7:	Empfehlungen zu den Anforderungen bei der Korrosionsschutzkategorisierung	57
Tabelle 8:	Genauigkeitsklassen nach DIN EN ISO 9906 (Kreiselpumpen).....	58
Tabelle 9:	Leistungsreserven bei der Grössenbestimmung von Antriebsmotoren.....	59
Tabelle 10:	Orientierungswerte zu Massen und Abstände bei der Gestaltung des Pumpensumpfs (Trockenaufstellung)	89
Tabelle 11:	Dimensionierungshilfe zu Schneckenpumpwerken (Grosspumpwerke)	101



1 Grundsätze zur Projektierungshilfe

Der Anlagenbestand im Bereich der BSA bei Pumpwerken für Strassenabwasser und deren planerische und technische Ausführungsqualität innerhalb dieses Gewerkes weist an den Nationalstrassen starke Unterschiede auf. Vielerorts ist zu erkennen, dass bei der Planung und Ausführung der BSA bei Pumpwerken für Strassenabwasser der im Grunde anzustrebende aktuelle Stand der Technik nicht oder nur teilweise erreicht wird. Dazu gibt es erkennbare Verbesserungen im Bereich des Personen- und Arbeitsschutzes.

Vor diesen Hintergründen sah es die Fachunterstützung des ASTRA als notwendig an, das bestehende BSA-Merkblatt 23001-11850, das wenige technische Vorgaben enthielt, durch eine Projektierungshilfe zu ersetzen, über die nunmehr ein einheitlicher technischer Standard für Pumpwerke auf den Nationalstrassen definiert wird.

Diese Projektierungshilfe ergänzt die Richtlinie 18005 (Strassenabwasseranlagen auf Nationalstrassen), die keinerlei elektromechanische Vorgaben für Pumpwerke enthält. Bauliche Zwänge auf Grund der Raumplanung des Umweltschutzes und weiteren technischen Randbedingungen führen in der Planung dazu, dass entgegen der Zielsetzung der Richtlinie 18005 vermehrt Pumpwerke eingesetzt werden müssen. Es sei aber deutlich erwähnt, dass durch einen Verzicht auf ein Pumpwerk (Entwässerung im Freispiegel) hohe Betriebs- und Unterhaltskosten eingespart werden können.

Diese Projektierungshilfe soll Massnahmen und baulich-konstruktive Zusammenhänge erkennbar machen, die generell einen direkten Einfluss auf die Pumpentechnik oder in Bezug auf die Betriebssicherheit der Pumpwerke haben. Für Standorte, bei denen das Platz- und Raumangebot ausreichend gross ist oder bei denen Pumpen autark von einer SABA betrieben werden etc., werden Anregungen für zukünftig andersartige Ausführungsarten von Pumpwerken gegeben.

Mit Blick auf den derzeitigen Bestand und auf die momentan in der Planung befindlichen Anlagen, ist im Weiteren davon auszugehen, dass die maximale Gesamtförderleistung, in einer Bandbreite zwischen ca. **40 l/s** und **1'800 l/s** liegt. Dieser sehr grosse Spreizung möglicher Fördervolumen müssen die Planungen zu einem Pumpwerk für Strassenabwasser hinreichend und mit teilweise differenzierenden Anforderungen beim Bau und der BSA und den zu treffenden Sicherheitsgedanken gerecht werden.

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse liegt der Fokus dieser Projektierungshilfe schwerpunktmässig und bewusst bei der Maschinen- und Elektrotechnik bzw. der BSA, wobei in diesem Zusammenhang, mehr noch als zuvor, auch das energieeffiziente und langfristig nachhaltige Planen im Vordergrund stehen soll. Eine weitere Neuerung ist, dass die Pumpwerke zukünftig in einer dreifach unterteilten Klassifizierung spezifiziert werden. Dazu werden wichtige Themen im Bereich der Arbeitssicherheit beleuchtet und dazu Anforderungen definiert.

Über verschiedene Skizzen, Tabellen und anderen plakativen Veranschaulichungen erfährt der Anwender bzw. die Anwenderin dieser Projektierungshilfe über definierte Restriktionen, die Darstellung wichtiger Zusammenhänge und Randbedingungen von Details, die im Planungsprozess einzuhalten und umzusetzen sind.

Eine der grössten Herausforderungen bei der Planung von Pumpwerken ist, dass mehrere Fachbereiche betroffen sind. Die Projektierungshilfe gibt Vorschläge wie die erforderlichen Aufgabenfelder auf die Fachbereiche aufgeteilt werden können. Bei der Gliederung des Dokumentes sind diese Fachbereiche berücksichtigt.

Mit allgemeinen Hinweisen und Empfehlungen zur Sicherstellung einer aufwand-nutzengerechten Wartung und Instandsetzung endet diese Projektierungshilfe und rundet deren Inhalt ab.



2 Allgemein

2.1 Zweck

Die vorliegende Projektierungshilfe enthält die Vorgaben des ASTRA zum zukünftigen Standard bei Pumpstationen für Strassenabwasser im Bereich der Nationalstrassen. Der definierte Standard ist durch die Projektverantwortlichen des ASTRA sowie durch die beteiligten Auftraggeber, durch die Planenden und ausführenden Unternehmen bzw. Fachfirmen i. d. R. einzuhalten.

2.2 Anwendung

Diese Projektierungshilfe definiert Grundsätze für die BSA und damit für die maschinen- und elektrotechnischen Betriebsmittel, die Schnittstellen zu anderen Fachbereichen bzw. Gewerken in der Gesamtsicht zu einer SABA bzw. eines damit kombinierten Pumpwerks. Dazu werden die grundsätzlichen Anforderungen an den Bau einer mit einem Pumpwerk kombinierten SABA bzw. an ein autarkes Pumpwerk beschrieben.

Anforderungen bei Ölabscheidern und Rückhaltebecken werden in der Richtlinie ASTRA 18005 (Strassenabwasser an Nationalstrassen) definiert.

Die technischen Vorgaben zur Auswahl einer Pumpe für Strassenabwasser bzw. eines bestimmten Pumpentyps sowie zur Ausrüstung des Pumpwerks sind entsprechend des berücksichtigten Bemessungsregens, der zu erwartenden Belastung des Strassenabwassers sowie den verkehrlichen und örtlichen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Hierbei sind sowohl der erforderliche oder gebotene Anspruch an die Betriebssicherheit als auch die Wirtschaftlichkeit beim monetären Mitteleinsatz in angemessener Weise mit einzubeziehen und abzuwägen. Vor diesem Hintergrund kann diese Projektierungshilfe eine tiefere planerische Auseinandersetzung auf fachtechnischer und fachspezifischer Ebene nicht ersetzen. Viele technische Grundsätze dieser Projektierungshilfe werden sich dabei jedoch mindestens in Anlehnung auf das jeweilige Projekt übertragen lassen.

Die Anforderungen aus dieser Projektierungshilfe gelten sinngemäss je nach Bauwerkstyp und dem in den Fokus zu nehmenden Planungsumfang. Bezugnehmend auf die vorstehenden Erläuterungen ist die vorliegende Projektierungshilfe grundsätzlich anzuwenden:

- Bei der Neuplanung, Projektierung und Realisierung von Pumpwerken
- Bei einer Revision, bei Umbauten und dem Ersatzneubau von Anlagen im Bestand

Im Weiteren werden unter Kapitel 17 ff.

umfassende Hinweise zum zukünftigen betrieblichen Unterhalt gegeben, die insbesondere von den Betreibern als Empfehlung für einen langjährig und nachhaltigen Betrieb der Anlagen zu sehen sind.

Hinweis:

Die weiteren Vorgaben oder Hinweise in den Folgekapiteln können in einem Konflikt mit anderen unter Anhang 17 genannten Bezugsvorschriften usw. stehen. Vor diesem Hintergrund sind den weiteren Inhalten dieser Projektierungshilfe bei entsprechenden Diskrepanzen mit weiteren internen und externen planungsrelevanten Dokumenten der Vorzug zu geben, es sei denn, triftige technische oder den Arbeitsschutz betreffende Hintergründe sprechen trotz aller sinnvollen Abwägungen eindeutig dagegen. In diesem Fall ist die Fachunterstützung des ASTRA hiervon schriftlich in Kenntnis zu setzen und in eine Entscheidungsfindung eng einzubinden.



2.3 Abgrenzungen

Die baulichen Massnahmen (Leitungsrohre, Becken, Fundamente, Sockel, Rohrblöcke, Amphibienausstieg usw.) sind nicht Bestandteil dieser Projektierungshilfe.

2.4 Grundlagen und Bezugsnormen

Verweise oder wesentliche Bezugsvorschriften und – normen in weiteren Technischen Merkblättern und Richtlinien etc. des ASTRA sowie weitere externe Vorgaben oder Richtlinien sind unter Anhang 17 aufgeführt, erheben aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Diese stehen in direkter oder indirekter Verbindung mit der Planung, Dimensionierung und der technischen Ausführung (Ausführungsplanung) einer SABA bzw. eines Pumpwerks Strassenabwasser.

In der Projektierungshilfe sind zahlreiche deutsche Normen und deutsche Vorgaben zum Arbeitsschutz aufgeführt, da trotz intensiver Recherche entsprechende Vorgaben aus der Schweiz nicht mit adäquatem Inhalt gefunden werden konnten. Diese Normen sind allgemein öffentlich und kostenfrei im Internet zugänglich. Sie sollten Anwendung finden, sofern den Planenden keine anderen oder abweichenden Schweizer Normen bekannt sind oder werden.

In Abhängigkeit des Projektumfangs und der geforderten bzw. notwendigen Planungstiefe sind diese Bezugsvorschriften und Verweise in vollem Umfang oder in einem angemessenen Rahmen mitzubeachten bzw. ist in der Ausführungsplanung hierauf entsprechend Bezug zu nehmen (siehe auch Hinweis unter Kapitel 2.2).

2.5 Begriffsbestimmung und Abkürzungen (Glossar)

Das Strassenabwasser im Bereich der stark befahrenen Nationalstrassen ist durch Schadstoffe aus Brems-, Reifen- und Fahrabrieb sowie durch leichtflüchtige Fluide (z. B. Öl) belastet. In diesem Zusammenhang sind in dieser Projektierungshilfe Pumpwerke synonymhaft als Pumpwerke für Strassenabwasser zu verstehen.

Nachfolgend werden wichtige Abkürzungen, die für dieses Dokument relevant sind, erläutert:

ASR	Technischen Regeln für Arbeitsstätten (D)
ATEX	ATmosphères EXplosives
BG	Betriebsgebäude
BSA	Betriebs- und Sicherheitstechnische Ausrüstung
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DC	Direct Current (Gleichstrom)
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
d _i	Rohrinnendurchmesser
DN	Nenndurchmesser nach DIN
D-Rad	Einschaufeldiagonalrad
E-Rad	Einkanalrad
EVU	Energieversorgungsunternehmen
Ex-Schutz	Explosions-Schutz
FFR	Rohr, beidseitig Flansche mit Reduzierung o. Erweiterung
FF-Stück	Rohr, beidseitig Flansche
FHB	Fachhandbuch
F-Rad	Freistromrad
F-Stück	Flanschadapter
FU	Frequenzumrichter (Converter)
g/l	Gramm pro Liter
GFK	Glasfaser verstärkter Kunststoff
GLRD	Gleitringdichtung
GUV	
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
h	Förderhöhe



h_{Aus}	Auslaufhöhe aus Druckleitung
HDPE	High-Density Polyethylen
HMI	Human Machine Interface (Bedienfeld)
HR _C	Werkstoffhärte nach Rockwell
I/O	Ein-/Ausgabebaugruppe (Feldebene)
IE	Energieeffizienzklasse
kN	Kilonewton
K-Rad	Mehrkanalrad
kV	Kilovolt
kW	Kilowatt
KWK	Korrosionswiderstandsklasse (international als CRC klassifiziert)
l/s	Liter pro Sekunde
L _{10h}	nominelle Lebensdauer bei Kugellagern o. ä.
LPZ	Lightning Protection Zone
M	Meter
NIV	Niederspannungs-Installationsverordnung
NIN	Niederspannungs-Installations-Norm
mA	Milliampere
MID	Magnetisch-Induktiver-Durchflussmesser
mm	Millimeter
MPa	Megapascal
NPSH	Net Positive Suction Head, siehe u. a. Angaben Pumpenhersteller
P	Elektrische Leistung
P AUS	Ausschalten Pumpe
P EIN	Einschalten Pumpe
P1, P2, P3...	Nummerierung der Pumpen
P _{Einzel.}	Einzelbetrieb Pumpe
P _{II}	Parallelbetrieb Pumpe
P _N	Elektrische Nennleistung
Q	Volumenstrom
Q/h-Diagramm	Fördermenge/Förderhöhe-Diagramm
Q _{Pumpe}	Fördermenge Pumpe
Q _{Zu}	Zufluss Strassenabwasser
RSK	Rückschlagklappe
Sa...	Oberflächenvorbereitungsqualität
SABA	Strassenabwasserbehandlungsanlage
SDR	Verhältnis von Rohrrinnen zu Aussendurchmesser
SDRL	Sammeldruckrohrleitung
SIC	Siliziumcarbid
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
t	Tonnen
THD-Wert	Total Harmonic Distortion
TM	Technisches Merkblatt
TMR	Tauchmotorrührwerk
UeLS	Übertragungsleitsystem
v (L)	Fliessgeschwindigkeit (Leitung)



$v_{\max}$.	Maximale Geschwindigkeit
V_{Nutz}	Nutzvolumen im Pumpensumpf
WSPmax.	Maximal möglicher Wasserstand
x/h	Schaltspiele Antriebsmotor pro Stunde
ζ	Hydraulischer Verlustbeiwert
η	Wirkungsgrad
λ	Hydraulischer Rohrreibungsbeiwert
ε_1	Neigungswinkel Trennsplitter
μm	Mikrometer

2.6 Wegweisung durch die Projektierungshilfe (Verantwortungszuordnung der planenden Bereiche)

Dem Lesenden wird schnell auffallen, dass diese Projektierungshilfe einen hohen fachtechnischen Umfang besitzt, was sich durch die erkennbare Komplexität des Themas und den zahlreichen Abhängigkeiten und Restriktionen bei der Planung zu einem Pumpwerk begründet. Während es für den Gesamtplaner notwendig sein wird, diese Projektierungshilfe intensiv und vollständig zu lesen, kann es für die Vertreter der verschiedenen anderen Fachdisziplinen ausreichend sein, sich nur mit bestimmten Kapiteln auseinanderzusetzen. Die Lesenden werden daher bei vielen Kapiteln in einer fachtechnisch naheliegenden Zuordnung über den Verantwortungsbereich abgrenzende Hauptüberschriften, die sich oberhalb der eigentlichen Kapitel befinden und **grau** abgesetzt sind, durch diese Projektierungshilfe navigiert. Bei Kapitelüberschriften, die keine graue Hauptüberschrift tragen, gilt die Zuordnung des vorherigen Kapitels zum Verantwortungsbereich. In den Anlagen werden Kapitelbezüge genannt, die ebenfalls die Aufmerksamkeit der Lesenden lenken.

Die einzelnen Aufgaben und Verantwortungsbereiche werden wie folgt unterschieden:

- **Projektleitung** (Gesamtverantwortung)
- Verantwortungsbereich **Maschinentechnik (BSA)**
- Verantwortungsbereich **Elektrotechnik (BSA)**
- Verantwortungsbereich **Prozess- und Verfahrenstechnik**
- Verantwortungsbereich **Bau** (Konstruktiver Ingenieur-/Kunstbau)
- **Betrieb und Unterhalt**

Eine verantwortungsübergreifende Zuständigkeit wird mit «alle» gekennzeichnet und soll alle planenden oder operativ arbeitenden Fachbereiche ansprechen.

Über das Kapitel 3 «Fachbereiche und Schnittstellen» werden die Lesenden zu den Bereichen mit den von ihnen planerisch zu berücksichtigenden Themenkomplexen informiert.

Verantwortungsbereich(e): alle

3 Fachbereiche und Schnittstellen

3.1 Adressaten

Teilnehmende aus den folgenden technischen Bereichen sind i. d. R. an der Projektierung und Implementierung eines Pumpwerks beteiligt:

- Elektro- bzw. Maschineningenieure, die sich mit allen BSA-Aspekten im Rahmen der Strassenabwasserbehandlung (SABA mit/und/oder Pumpwerk) befassen.
- Bauingenieur*in im Bereich Planung, Konzeption und Dimensionierung etc. einer SABA (Bauwesen).
- Bauingenieur*in für das Entwässerungssystem und zur Behandlung des Strassenabwassers.
- Bauingenieur*in für die Prozess- und Verfahrenstechnik.
- Das ASTRA als Prüf- und Genehmigungsinstanz im Bereich der Nationalstrassen.

Die Schnittstellen zwischen den Bereichen sind in der Projektierung (Detailprojekt/Massnahmenprojekt) im Detail zu beschreiben. Sie können projektspezifisch angepasst werden (z. B. Dimensionierung, Planung und Ausschreibung bzw. Beschaffung von geeigneten Pumpen für Strassenabwasser und der weiteren damit in Verbindung stehenden BSA wie Rohrleitungen, Armaturen, Messtechnik, Sensorik etc.). Die Anpassungen



sind eindeutig und nachvollziehbar zu dokumentieren. Es ist in diesem Zusammenhang dringend zu beachten, dass die baulichen Abmessungen der Pumpenaufstellorte oder Saugräume usw. in erster Linie durch die Planenden der Maschinentechnik festgelegt werden. Es wird in diesem Zusammenhang im Weiteren auf die Kapitel 7 und 15 verwiesen.

Die beteiligten Bereiche und deren wesentlichen Aufgaben sind unter Kapitel 3.2f aufgeführt. Sie können durch einen oder mehrere Unternehmer abgedeckt werden.

3.2 Bereiche und planerische Anforderungen

Die in den Folgekapiteln beschriebenen planerischen Anforderungen und Aufgaben sind im Allgemeinen durch die jeweiligen Bereiche zu erbringen bzw. zu planen, zu dimensionieren, zu projektieren und in die Ausführungsplanung bzw. in die Realisierung zu bringen. Projektspezifisch kann es hierbei zu Abweichungen oder Aufgabenverschiebungen kommen, die gegenüber der Fachunterstützung im ASTRA zu begründen sind.

Im Rahmen der Wahrnehmung der planerischen Aufgaben wird bereits an dieser Stelle auf Kapitel 17.3.1 verwiesen. Die dortigen Anforderungen stellen stets planerisch zu berücksichtigende Grundsätze dar.

Unter dem Kapitel 4 werden weitere Informationen zum Planungsumfang gegeben, welcher im Rahmen des Genehmigungsverfahrens im ASTRA zur Prüfung vorzulegen ist.

3.2.1 Aufgaben- und Planungsumfang im Bereich der BSA

- Energiebilanzierung unter Einbezug aller elektrischen Verbraucher innerhalb des Pumpwerks bzw. der weiteren elektrotechnischen Komponenten im Bereich der SABA und der Gebäudetechnik.
- Definition und Festlegung der maschinen-, elektro- und steuerungstechnischen Komponenten und Anlagenteile (u. a. Pumpen, Armaturen, Rohrleitung, Steuerschränke, Installationen usw.).
- Definition, Festlegung der anwendungsbezogenen und projektspezifischen Messtechnik und Sensorik im Bereich der Pumpen (z. B. Pumpenüberwachung, Förder(mengen)kontrolle) sowie bei der Wasserstandmessung etc.
- Definition und Festlegung der Betriebs-, Stör- und Alarmmeldungen innerhalb des Pumpwerks; es ist ein Informationsaustausch dazu mit dem Bereich Kommunikation sicherzustellen.
- Fernwirksystems (Übertragung von Betriebs- und Störmeldungen zur zugeordneten, ständig besetzten Stelle); die Weiterleitung der Meldungen hat in Abstimmung mit dem Bereich Kommunikation zu erfolgen.
- Darstellung aller elektrotechnischen Komponenten und deren Verbindungen in einpoliger Darstellung.
- Projektierung und Erstellung eines richtlinienkonformen Blitz- und Erdungs-Schutz-Konzeptes (vgl. Kapitel 13.1) und dessen Umsetzung für das Pumpwerk und ggf. dessen im Weiteren angeschlossenen Anlagen (im Bereich der SABA). Hierbei ist der Potenzialausgleich gewerkeübergreifend mitzuberechnen.
- Aufbau der Mittelspannungsschaltanlage.
- Aufbau der Niederspannungshauptverteilung und des Netzaufbaus innerhalb der Anlage.
- Planung und Dimensionierung der Kabel- und Leitungsführung, Verlegesysteme und Leerrohrtrassen innerhalb und ausserhalb des Pumpwerks bzw. der SABA. Die erforderlichen Leerrohrtrassen (inkl. Reserven) sind mit dem Bereich Bau abzustimmen.
- Planung der weiteren elektrotechnischen Gebäudetechnik (Beleuchtung, etwaige Frostschutzsicherungsmaßnahmen, Kleinverbraucher etc.) innerhalb und ausserhalb des Pumpwerks bzw. der SABA.
- Definition und Festlegung des Raumbedarfs entsprechend der Anzahl und Grösse der Schaltschränke.
- Definition und Festlegung der Beleuchtung im (Aussen-)Bereich der SABA (mindestens in Anlehnung an die DIN EN 12464).
- Definition und Festlegung der Anlagensteuerung gem. FHB und Vorgaben Betrieb sowie auf Basis eines zu erstellenden Lastenheftes¹.
- Funktionsbeschreibung des Steuerungssystems aufgrund der Prozessbeschreibung und Vorgaben des Betriebs sowie auf Basis eines zu erstellenden Lastenheftes mit einer
- vollumfänglichen Funktionsweise zur Steuerung und ggf. Regelung der Pumpen (Sollkonzeption), inklusive etwaiger Nebenanlagen (im Bereich der SABA) sowie unter Berücksichtigung maschinentechnischer Belange.

¹ Schnittstellen zum Bereich Bau und/oder dem Bereich Prozess- und Verfahrenstechnik müssen durch die Projektleitung frühzeitig geklärt und in der Zuständigkeit abgestimmt werden.



- Definition und Festlegung der Automatisierung (Steuerung/Regelung – SPS).
- Inbetriebnahme mit dem Einfahren und Parametrieren des Pumpwerks und ggf. dessen im Weiteren angeschlossenen Anlagen (im Bereich der SABA) zusammen mit dem/der Bauingenieur*in des Entwässerungssystems.
- Beschriftung der Anlagenteile (Beckenname) und Anbringen von Warn- und Verbotsschildern.
- Bauleitung BSA sowie Prozess- und Verfahrenstechnik.
- Erstellen eines Wartungs-, Instandhaltungs- und Servicevertrags für das Pumpwerk und ggf. den vor- oder nachgeordneten Anlagen (z. B. Ölabscheider, Regenrückhaltebecken etc. im Bereich der SABA) mit BSA.

3.2.2 Aufgaben- und Planungsumfang im Bereich Bau

- Projektierung und Realisierung der baulichen Anlagen inkl. Fundamente in Teilen (siehe vor) nach den Vorgaben des Elektromechanik-Ingenieurs (siehe Bereich BSA).
- Ab- und Zugänge in den Pumpensumpf unter Einhaltung der relevanten arbeitssicherheitstechnischen Aspekte.
- Projektierung und Realisierung der Kanäle, der metallbautechnischen Gewerke (exklusiv Pumpen, Armaturen und Rohrleitungen etc.) im Bereich der SABA (u. a. Beckenanlagen), Abschränkungen und Umzäunung in Absprache mit Prozess- und Verfahrenstechnik.
- Projektierung und Realisierung der Schächte, Rohranlagen (inkl. Kalibrierung), Technikräume sowie der Leerrohrtrassen (alle Anlagenbereiche müssen mit Kabelrohren erschlossen sein) in enger Absprache mit dem Bereich BSA.
- Dimensionierung und Trassierung der Zuflussleitung(en) in die SABA bzw. in den Saugbereich der Pumpen für das Strassenabwasser.
- Konstruktive Dimensionierung von Trennwänden oder Balkonen im Pumpensumpf (Reduzierung Eintritts-impuls beim Zulauf, Vermeidung luftziehender oder getauchter Wirbel bei Pumpenbetrieb) in enger Abstimmung mit dem Bereich BSA.
- Beschichtungssystem bzw. andere Betonschutzmassnahmen im Pumpensumpf (Betonkorrosion) und/oder
- Festlegung der Beton- und Expositionsclassen für Ort- und Fertigbeton(teile).
- Baulich-konstruktive Planung der Pumpensumpfprofilierung (Bermen) zur Vermeidung von vermehrten Ablagerungen und der Ansammlung von Feststoffen in Abstimmung mit der BSA.
- Konstruktive Zeichnung (M 1:50) in drei Ansichten und Beschreibung zu den bautechnischen Anlagen des Pumpwerks bzw. zur SABA, unter Berücksichtigung der vorher durch den Bereich BSA festgelegten maschinentechnischen Erfordernisse².
- Statisch-konstruktive Saugraum- und Gebäudeplanung in Verbindung mit den Vorgaben und Festlegungen aus dem Bereich BSA.
- Vornehmlich bei Pumpwerken mit Betriebsgebäude und mit Trockenaufstellung:
 - Einbezug bauphysikalischer Notwendigkeiten (z. B. Taupunkt-, Frostschutzprobleme) im Bereich des Betriebsgebäudes bzw. der Versorgungsstation.
 - Statisch-konstruktive Planungen zur Realisierung der Montageöffnungen im Betriebsgebäude.
 - Krananlage/-fahrbahn mit Kombifahrwerk als gemeinsam geprüfetes und zugelassenes Gesamtsystem sowie nach den Gewichtsangaben aus der maschinen- und elektrotechnischen Planung (Bereich BSA).
- Ausführung der Eingangstür (Tor) nach den erforderlichen Sicherheitsanforderungen sowie nach weiteren Vorgaben im Rahmen der Zutrittskontrolle und Einbruchüberwachung.
- Technische Massnahmen aufgrund des Blitz- und Erdungs-Schutz-Konzeptes (u. a. Konzeption der Erdungsfestpunkte) aus dem Bereich BSA und in Absprache mit BSA.
- Schutzmassnahmen bei ggf. möglichen Überflutungen (mögliche natürliche Ausseneinwirkung etc.).
- Befestigung der Zuwegung und der Betriebswege im Bereich der Pumpstation.
- Umzäunung des Pumpwerks bzw. der SABA und deren entwässerungstechnischen Einrichtungen.

² 3D-Zeichnungen sind mit entsprechenden Massangaben ebenfalls zulässig, Maßketten und Grössenverhältnisse müssen zweifelsfrei wiedergegeben werden. Zudem müssen die 3D-Pläne in zweidimensionale und bemasste Ansichten (2D-Zeichnung) transformierbar sein.



3.2.3 Aufgaben- und Planungsumfang in den Bereichen Prozess- und Verfahrenstechnik

- Hydraulische Berechnung (inkl. der Erstellung eines Q/h-Diagramms zu allen möglichen Betriebsweisen und Betriebspunkten) sowie maschinen- und elektrotechnische Dimensionierung und projektspezifische Festlegung der Pumpen für das Strassenabwasser und deren Energiebedarf.
- Technische Beschreibung der idealen Pumpe(n), deren Laufradgeometrie und Einsatzgrenzen in Bezug auf alle möglichen Betriebspunkte des Pumpwerks, die Aufstellart der Pumpe(n) sowie die Anordnung der Pumpe(n) im Maschinenraum oder im Pumpenschacht (Saugraum).
- Autarker Einspeisepunkt zum Anschluss eines mobilen Generators (Netzersatzgerät).
- Strömungstechnisch optimale Gestaltung des Pumpensumpfs (Saugraum) und/oder des Zulaufbereichs zu den Pumpen für das Strassenabwasser.
- Festlegungen zur Ausführung von Prallplatten, Trennwänden bzw. Balkonen im Zuflussbereich des Pumpwerks sowie statisch-konstruktive Dimensionierung von Prallplatten in enger Abstimmung mit dem Bereich Bau.
- Festlegen der Bauwerksabmessungen und der Sohlthiefen im Saugbereich bzw. im Pumpensumpf sowie Festlegen der Pumpenaufstellorte (ggf. gesondertes Betriebsgebäude)³. Dem Bereich BSA müssen daher u. a. die Zulaufhöhe bekannt sein (Angabe durch den Bereich Bau).
- Festlegen der Rohrleitungsnennweiten und -trassierungen¹, der saug- und druckseitigen Armaturen sowie Festlegung von Material- und sonstigen Qualitätsstandards etc. nach dieser Projektierungshilfe.
- Definition zum Umfang des Metallbaus im direkten Bereich des Pumpwerks³.
- Technische Zeichnungen zur Maschinen- und Elektrotechnik (M 1:50) in drei Ansichten unter Anwendung der Konstruktionszeichnungen nach den Massstäben der maschinentechnischen Erfordernisse⁴.
- Strangschema/Prinzipiskizze zum Pumpwerk und seinen Nebenanlagen bzw. zur SABA.
- Planung der konstruktiv notwendigen Grösse der Betriebsnebenanlage und der Montageöffnungen sowie (die Gestaltung) des Pumpensumpfs auf Basis der technischen Anforderungen und der arbeitssicherheits-technischen Aspekte.
- Vornehmlich bei Pumpwerken mit Betriebsgebäude und mit Trockenaufstellung:
 - Dimensionierung und Projektierung der Keller- bzw. Maschinenraumentwässerung und deren Ansteuerung (Sensorik).
 - Dimensionierung und Projektierung der Be- und Entlüftung des Betriebsgebäudes/der Versorgungsstation oder der Elektrokabine.
 - Dimensionierung und Projektierung der Beleuchtung sowie Not- und Sicherheitsbeleuchtung innerhalb und ausserhalb des Betriebsgebäudes (mindestens in Anlehnung an die DIN EN 12464).
- Erstellung eines Explosionsschutzdokuments (gemäss SUVA-Merkblatt 2153)⁵ und Ex-Zonenfestlegung.
- Spezifikation der hydraulischen Einrichtungen inkl. Berechnungen/Nachweise, Pläne der Einbauten mit genauer Lage (Grundriss und Schnitt).
- Gesamtprojektierung der Massnahme in enger Abstimmung mit den Bereichen BSA und Bau; vgl. auch Strassenabwasser an Nationalstrassen (ASTRA 18005).
- Erstellen der Prozessbeschreibung in der Phase Detailprojekt/Massnahmenprojekt. Darin sind folgende Themen zu behandeln und mit dem Bereich BSA intensiv abzustimmen:
 - Systemgrenzen (elektrisch + hydraulisch)
 - Aggregate (Aktoren + Sensoren + Verteilungen)
 - Betriebszustände und Anlagezustände
 - Funktion der einzelnen Bauteile
 - Alarm- und Störmeldungen
 - Parameter
 - Messwerte und Datenspeicherung
 - Notbedienung

³ Schnittstellen zum Bereich Bau und/oder dem Bereich Prozess- und Verfahrenstechnik müssen durch die Projektleitung frühzeitig geklärt und in der Zuständigkeit abgestimmt werden.

⁴ 3D-Zeichnungen sind mit entsprechenden Massanbindungen ebenfalls zulässig, Maßketten und Grössenverhältnisse müssen zweifelsfrei wiedergegeben werden. Zudem müssen die 3D-Pläne in zweidimensionale und bemausste Ansichten (2D-Zeichnung) transformierbar sein.

⁵ Betreiberrichtlinie (ATEX 137): SUVA-Publikation 2153.

Herstellerrichtlinie (ATEX 95): Die Richtlinie 2014/34/EU beinhaltet Schutzziele für elektrische und nicht-electrische Geräte.



- Definition einer oder mehrerer Korrosivitätskategorien sowie allfälliger Bereiche.
- Die für den Explosionsschutz festgelegten Zonen gemäss SUVA-Merkblatt 2153 sind in einem Plan, auf dem auch alle elektrischen Betriebsmittel ersichtlich sind, einzuzeichnen.
- Verantwortung der Inbetriebnahme der Anlage in Bezug auf den Prozess, evtl. Monitoring des Systems mit Optimierungsvorschlägen unter Beteiligung des Bereichs BSA, ggf. auch des Bereichs Bau.
- Erstellung der Ausführungsunterlagen Prozess- und Verfahrenstechnik.

3.2.4 Aufgaben- und Planungsumfang im Bereich Energie

- Festlegung des elektrischen Leistungsbedarfs der Gesamtanlage, unter Einbezug der Energiebilanzierung aus dem Bereich BSA.
- Gemeinsam mit der Projektleitung und dem Bereich BSA: Abstimmungen mit dem Energieversorgungsunternehmen (EVU) zur Methodik bei der Anlaufstrombegrenzung sowie zu den zulässigen Netzzurückwirkungen (Oberwellen), Festlegung eines akzeptablen THD-Wertes nach IEEE 519-Richtlinie.
- Projektierung und Realisierung der Spannungsversorgung über das Normal-Netz, Treffen von erforderlichen Abstimmungen mit dem EVU.
- Angabe des Energiebezugsortes und der notwendigen Massnahmen für die Erstellung der Leerrohrtrassierung und der Zuleitung unter Berücksichtigung der Energiebilanzierung aus dem Bereich BSA.
- Projektspezifisch: In einigen Fällen kann in Betracht gezogen werden, einen Anschlusspunkt für einen externen mobilen Generator (Netzersatzgerät) bereitzustellen. Hierzu muss über den Bereich BSA ein entsprechend dimensionierter Einspeisepunkt in der Schaltschrankebene geplant werden.
- Rechtzeitige und enge Abstimmungen zu möglichen oder notwendigen Leerrohr- bzw. Kabeltrassen mit den Bereichen BSA und Bau.

3.2.5 Aufgaben- und Planungsumfang im Bereich Kommunikation

- Die Integration ins UeLS zur Steuerung und Überwachung erfolgt über die Diversanlage. Der Umfang der Fernbedienmöglichkeiten via UeLS und die Übertragung von Betriebs-, Stör- und Alarmmeldungen ins UeLS ist projektspezifisch festzulegen und in den Planungsunterlagen aufzuzeigen.
- Betriebs-, Stör- und Alarmmeldungen innerhalb des Pumpwerks legt grundsätzlich der Bereich BSA fest, die Bereiche Kommunikation und Prozess-/Verfahrenstechnik werden hierzu durch den Bereich BSA umfassend informiert.
- Detaillierte Beschreibung der Einbindung in das UeLS.
- Definition des Datenaustausches auf regionaler Ebene, sofern benachbarte Anlagen (abschnittübergreifend) untereinander koordiniert werden müssen.

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung

4 Umfang der Unterlagen bei der Projektierung

Bei der Erstellung eines Massnahmen- oder Detailprojektes sind für die Planungen zu einem Pumpwerk für Strassenabwasser die im Merkblatt 23001-20410 aufgeführten Unterlagen umfänglich beizubringen.

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik, Maschinentechnik

5 Grundsätze zu Pumpwerken ausserhalb und innerhalb von SABA

5.1 Anlagentypen

In der Praxis gibt es bei Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA) sehr unterschiedliche Ausführungen, Kombinationen und Ausrüstungsgrade. Innerhalb einer SABA kommen meist Pumpen zum Einsatz, die ein Teilgewerk der SABA darstellen. Die Anordnung der Pumpen bzw. der Pumpwerke für das Strassenabwasser kann jedoch auch unterschiedlich sein. So ist auch ein von einer SABA abgesetztes und autarkes Pumpwerk möglich.

Folgende SABA-Typen können im Wesentlichen unterschieden werden:



- SABA mit in Becken integrierten, nass aufgestellten Pumpen (vgl. Anhang 2).
- Autarke Pumpen, nass- oder trocken aufgestellt, die das Strassenabwasser zur Weiterbehandlung in eine SABA fördern.
- Pumpen, die als nicht integraler Bestandteil einer im Freigefälle beschickten SABA nachgeordnet sind und das gereinigte Strassenabwasser in eine Vorflut o. ä. transportieren.

Bei allen verbauten Pumpen für das Fördern von Strassenabwasser ist von einer intermittierenden Betriebsweise auszugehen, wobei die jährlichen Betriebsstunden im Mittel zwischen 5–7 % der Jahresstunden betragen. Bei Dauerzufluss durch z. B. permanentes Berg- oder Hangwasser weichen die Betriebsstunden und der Energieverbrauch deutlich nach oben ab.

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik, Elektrotechnik

6 Prinzipiell zu beachtende Planungsgrundsätze

6.1 Fachübergreifende Planungen und Abhängigkeiten

Bei der Planung und dem Bau der BSA innerhalb einer SABA bzw. bei einem Pumpwerk für Strassenabwasser müssen die Bedürfnisse verschiedener Fachbereiche (vgl. Kapitel 3 ff.) Berücksichtigung finden. Wegen der Vielzahl und Vielfalt der Planungsparameter und der unter Kapitel 5.1 beschriebenen unterschiedlichen Anlagentypen ergeben sich stets unterschiedliche Randbedingungen. Es bedarf daher immer einer rechtzeitigen und umfassenden Abstimmung zwischen den unter Kapitel 3 ff. genannten Bereichen.

Bei der Planung der BSA sollen der Auswahl und Qualität der einzusetzenden Komponenten zukünftig eine grössere Bedeutung zukommen. Nur das perfekte und aufeinander abgestimmte Zusammenspiel bei der Maschinen- und Elektrotechnik – bei gleichzeitig sorgfältiger Planung der bautechnischen Anlagenbestandteile – kann bestmöglich sicherstellen, dass die SABA im Zusammenspiel mit dem integralen oder autarken Pumpwerk über Jahre – in der Regel kavitationsfrei – eine hohe Funktions- und Betriebssicherheit, bei gleichzeitig optimalen Betriebskosten, aufweist. Nutzungsdauern von 20 bis 25 Jahren und mehr sind bei einer regelmässigen Instandhaltung von der BSA-Seite her – bis zu einer grundhaften Sanierung – möglich und sollen zukünftig angestrebt werden.

Basis für das Erreichen der vorgenannten Ziele ist, dass die Planungen im Bereich der Strassenabwasserbehandlungsanlagen bzw. bei Pumpwerken immer mit dem maschinentechnischen Teilgewerk (Pumpe(n) u. deren Anordnung im Saug- oder Maschinenraum, Ausführung von Rohrleitungen u. Armaturen etc.) beginnen.

Das maschinentechnische Teilgewerk ist damit einflussnehmend auf die spätere Bautechnik und die notwendigen elektrotechnischen Komponenten. Weiteres hierzu wird unter Kapitel 7 beschrieben. Dieses Kapitel richtet sich ebenfalls an den Bereich Bau, der dem Bereich BSA wichtige Vorabinformationen liefern muss.

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik

6.2 Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

Wie schon unter Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu lesen war, sollen die zukünftigen Planungen von Pumpwerken und damit kombinierten SABA die auch durch den Bund verordnete Energieeffizienz bestmöglich sicherstellen. Hierzu sind – in Bezug auf den Anwendungsfall – im Wesentlichen

- ein für den Bedarfsfall bestmöglicher hydraulischer Wirkungsgrad (Laufgradhydraulik bzw. -ausführung),
- eine Optimierung der (theoretischen) Schaltspiele pro Stunde bei den Pumpen (V_{Nutz}^6)
- sowie die Wahl eines Antriebsmotors mit i. d. R. Energieeffizienzklasse IE3 (Premium Efficiency)

sicherzustellen, sofern projektspezifische oder andere technische Belange nicht eindeutig und nachvollziehbar dagegensprechen.

Die Energieeffizienz hängt nicht ausschliesslich vom hydraulischen Wirkungsgrad ab. Optimierungspotenziale sind ausserdem bei den nachfolgenden Kenngrössen und Fragestellungen möglich:

- Förderstrom → Ist es langfristig gesehen sinnvoll, den Förderstrom durch ein dauerhaft vorzuhaltendes Retentionsvolumen zu reduzieren?

⁶ Sicherzustellendes Nutzvolumen im Saugraum (Pumpensumpf) in Bezug auf die grösste Einzelpumpe.



- Förderhöhe → Können Optimierungen bei der Rohrleitungswahl, deren Material und Querschnitt sowie bei deren Trassierung und/oder bei Armaturen bzw. Rohrbögen etc. realisiert werden? Fördert die Pumpe(n) in ihrem Bestbereich auf der Pumpenkennlinie?
- Wirkungsgrad → Wird neben dem Wirkungsgrad bei der/den **Pumpe(n)** auch das Optimum bei den eingesetzten **Motoren** und/oder **Frequenzumrichtern** erreicht (**η Gesamtsystem**)?

Im Weiteren ist zu bedenken: Da alle Komponenten eines Pumpwerks als potenzielle CO₂-Emittenten bei deren Herstellung zu sehen sind, sind auch Qualität und Nutzungsdauer der eingesetzten Materialien, sowie deren regelmässige Wartung und Instandhaltung, zukünftig bewusster als zuvor im Planungs- und Realisierungsprozess sowie beim späteren Unterhalt zu berücksichtigen.

Die vorgenannten Kriterien sind immer mit der geforderten Betriebssicherheit der Anlage und trotz der relativ geringen Betriebslaufzeiten in einem sinnvollen Verhältnis abzuwägen und planerisch zu berücksichtigen.

Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik

6.3 Anforderungen an den hydraulischen Wirkungsgrad

Bei der Pumpen- bzw. Laufradauswahl ist im Zeitalter wachsender Ansprüche an die Energieeffizienz von Maschinen planerisch ein hydraulischer Pumpenwirkungsgrad η (abhängig von der Laufradhydraulik) zwischen $\geq 76\%$ und $\leq 85\%$ anzustreben. Da das Fördern von Oberflächenwasser mit abrasiven Bestandteilen im Vordergrund steht, kann eine entsprechende Effektivität bei den bevorzugt einzusetzenden Laufrädern (Kanalrad oder offenes Ein- oder Zweikanalrad)⁷ ohne Weiteres erreicht werden. Kommt es hierbei zu einem Konflikt mit dem nachfolgend noch näher beschriebenen Kugeldurchgang des Laufrads, so muss hier ggf. ein tragbarer Kompromiss gefunden werden. Als **allgemeine Untergrenze** gilt ein hydraulischer Pumpenwirkungsgrad von **73 %**.

Um die Energiekosten pro Jahr abschätzen zu können, kann folgende Berechnung vorgenommen werden:

$$K_{\text{Energie}} = \frac{\rho * g * Q * h}{3,6 * 10^6 * \eta_{\text{ges.}}} * Z * e$$

ρ :	Dichte Medium	[kg/m ³]
g :	Erdbeschleunigung	[m/s ²]
Q :	Förderstrom Pumpe(n)	[m ³ /h]
h :	Förderhöhe Pumpe(n)	[m]
Z :	Betriebsstunden	[h/a]
e :	spezifische Energiekosten	[CHF/kWh]
$\eta_{\text{ges.}}$:	Gesamtwirkungsgrad des Systems	[-]

Nicht unbeachtet bleiben darf die Gefahr von möglichen Verstopfungen durch problematische Fremdeinträgen (Tüten, Getränkedosen/-flaschen etc.), die ggf. über die Abläufe auf der Strecke in den Zufluss der Pumpstation gelangen. Muss mit diesen nicht vermeidbaren Bestandteilen im Zufluss dauerhaft gerechnet werden, ist u. U. dem Freistromrad ($\eta \leq 70\%$) der Vorzug zu geben, sofern kein Grobrechen zur Ausführung kommt bzw. nicht erforderlich ist. Entsprechendes sollte jedoch immer geprüft werden, da der monetäre Aufwand einer regelmässigen Rechenreinigung deutlich unter den Kosten einer aufwendigen Pumpenrevision, die schnell einen vierstelligen Betrag annehmen kann, liegen.

Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik

6.4 Mögliche Laufradhydrauliken bei Pumpen für Strassenabwasser

Bei den Pumpenlaufrädern sind in erster Linie das Ein- oder Mehrkanalrad bzw. auch das offene Einschaufelrad zu favorisieren. Soweit alle Randbedingungen es zulassen, ist in jedem Fall dem Mehr- oder dem diagonalen Einschaufelrad (K-/D-Rad) der Vorzug zu geben, da dieses im Allgemeinen einen höheren hydraulischen Wirkungsgrad sicherstellt und ausserdem ein ruhiges Laufverhalten der Pumpe begünstigt.

Des Weiteren hat sich die Hydraulik der Laufräder in der Zwischenzeit so weiterentwickelt, dass hohe Wirkungsgrade nicht immer konform zu dem anzustrebenden Kugeldurchgangsmass stehen. Der freie Kugeldurchgang des Laufrads soll **mindestens 80 mm** betragen. Entsprechend der optimierten Pumpenbaugrösse (Q/h Betriebspunkt) sind jedoch **$\geq 100\text{ mm}$** freier Durchgang in erster Linie anzustreben. Durch diese

⁷ Entspricht einem sogenannten K- bzw. D-Rad.



Massnahmen wird gewährleistet, dass i. d. R. eine Verstopfung durch übliche Beimengungen (Mähgut, Laub o. ä.) an den Pumpen vermieden wird und ein störungsfreier Betrieb möglich ist.

Die Wuchtgüte bei den Laufrädern orientiert sich an der DIN ISO 21940-11 (ISO 1940-1). Bei Einschaufelrädern ist prinzipbedingt mit einer verstärkten hydraulischen Unwucht zu rechnen, während K- und D-Räder über eine hohe Laufruhe verfügen, wenn sie gemäss der vorgenannten DIN gewuchtet wurden. Allgemein sind Wuchtgüten von G 6,3 (2,8 mm/s) möglich. Generell ist bei der gewählten Laufradgeometrie immer die maximal mögliche Qualität bei der Auswuchtgüte durch Auswuchten in zwei Ebenen zu fordern.

Dabei muss beachtet werden, dass sich das Laufverhalten der Pumpen z. B. durch Verschleiss, asymmetrische Erosion oder Korrosion und durch Kavitationsschäden im Laufe der Betriebszeit ändern kann. Eine dahingehende, regelmässige Kontrolle der Pumpen ist daher im Zuge der Wartung obligatorisch.

Nachfolgend wird eine Übersicht zu den einzusetzenden Laufradhydrauliken gegeben:

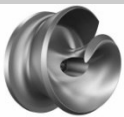
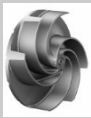
Laufradtyp⁸	Freier Durchgang	Regelverhalten (FU)	Wirkungsgrad-Optimierung	Sandgehalt [g/l]
Mehrkanalrad (K-Rad), geschlossen 	++ (+ +)	+	++ (++ +)	+ (≤ 6 g/l)
Einschaufeldiagonalrad (D-Rad), offen 	++ (+ +)	+	++	- (≤ 4 g/l)
Einkanalrad (E-Rad), geschlossen 	++	-	+	+ (≤ 6 g/l)
Freistromrad (F-Rad) 	+++	++	-	++ (≤ 10 g/l)

Tabelle 1: Laufradtypen und deren Eigenschaften (Bezug: Strassenabwasser bzw. Oberflächenwasser)

Legende: + (gut), ++ (sehr gut), +++ (ideal, hervorragend), - (nicht ideal, projektspezifisch ggf. zulässig)

⁸ Quelle: Öffentliche Publikation der Freien Universität Berlin.



7 Notwendige Angaben für die ersten maschinen- und elektrotechnischen Planungsschritte

Wie zuvor u. a. unter Kapitel 3 ff. erwähnt wurde, beginnt die Planung des Tief- und Hochbauteils eines Pumpwerks bzw. der Pumpen innerhalb einer SABA auf Basis von maschinentechnischen Kenngrößen, die sich an den nachfolgend genannten Grunddaten aus der Trassenplanung (Entwässerung) orientieren und dem/der maschinentechnischen Planer*in mitzuteilen sind.

Den Elektromechanik-Ingenieuren bzw. dem/der Fachplaner*in rund um die BSA müssen durch den/die Trassenplaner*in bzw. durch den Bau folgende Grunddaten bekanntgegeben werden, um die Planungen im (Teil-)Gewerk Pumpen effektiv beginnen und in einem iterativen Prozess weiterführen zu können:

- Zulaufmenge (Q_{Zu}) [l/s]
- Zulaufhöhe (h) [m.ü.M.]
- Rohrquerschnitt Zulauf [m], $v_{max..} = 1,2 \text{ m/s}$
- Distanz Zulauf/Auslauf [m]
- Länge (Sammel-)Druckrohrleitung ausserhalb der Anlage [m]
- Auslauffhöhe [m,ü.M.]
- wenn relevant: Überstauung des Auslaufs (Vorflut) [m.ü.M.]
- zulässige Ablaufmenge (Q_{Ab}) [l/s]
- maximal möglicher Wasserspiegel (WSP_{max.}) im Saugraum [m.ü.M.]

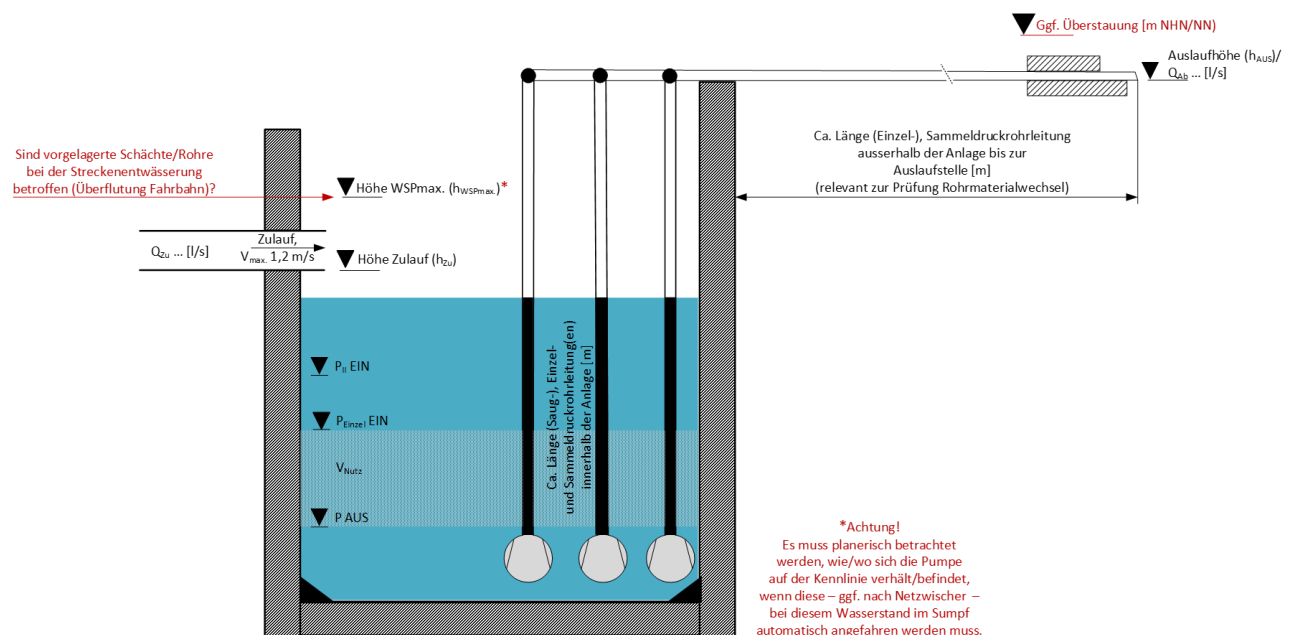


Abbildung 1: Prinzipskizze mit wesentlichen Planungsgrunddaten bei Nassaufstellung⁹

Mit den Grunddaten können

- eine geeignete Pumpe und deren Baugrösse bzw. Abmessungen,
- die Saugmundabstände,
- die minimale Grundrissgrösse des Saugraums (Pumpensumpfs),
- das erforderliche Nutzvolumen (V_{Nutz}),
- die Schaltkoten in erster Näherung sowie
- die Sohlentiefe im Saug- bzw. Pumpenaufstellbereich bestimmt werden.

Darüber hinaus können bei sinngemässer Übertragung der Skizzendaten auf eine Trockenaufstellung

⁹ Auf Pumpen mit Trockenaufstellung grundsätzlich übertragbar, vgl. jedoch Anhang 15.



- der Bewegungs-/Arbeitsraum (min. 0,9 m) zwischen den Pumpengehäusen
- und die Grundrissgrösse des Maschinenraums ermittelt werden (siehe auch Anhang 5 und Anhang 6).

Die Rohrleitungsführung innerhalb des Pumpenhauses soll idealerweise so erfolgen, dass möglichst geringste hydraulische Verluste auftreten. Insbesondere die zu bevorzugende Wahl von Rohrbögen mit einem Radius $1,5 \text{ bis } 2,5 \times d_i^{10}$ (Rohrinnendurchmesser) ist entscheidend für den Raum- und Platzbedarf.

Durch diese Eckdaten ergeben sich zwangsläufig noch weitere baulich-konstruktive Parameter, welche sich zusammenfassend wie folgt kennzeichnen:

- notwendige Sohltiefe (auch des Maschinenraums bei Pumpen in Trockenaufstellung),
- Innenmasse des Saugraums (Fläche, Nutzvolumen etc., auch bei Nassaufstellung),
- Innenmasse des Maschinenraums (notwendiger Flächenbedarf bei Pumpen in Trockenaufstellung),
- Masse für Zusatzflächen der Energieversorgungs- und Steuerungseinrichtungen (Aufstellflächen für die Schaltschränke).

Aus der maschinentechnischen Auslegung der Pumpen entwickeln sich damit wesentliche Vorgaben für die spätere Bauwerksplanung. Zu beachten ist dabei, dass die räumlichen Anforderungen die Installation gängiger Pumpengrössen verschiedener Pumpenhersteller sicherstellen.

Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik, Maschinentechnik, Elektrotechnik

8 Konzeptioneller Aufbau des Pumpwerks

Die zu fördernde Strassenabwassermenge ist im konzeptionellen Aufbau gewöhnlich auf zwei baugleiche einstufige und normalsaugende Kreiselpumpen mit identischer Fördercharakteristik aufzuteilen. Der Parallelbetrieb mit zwei Pumpen ist vorzugsweise ab $\geq 80 \text{ l/s}$ Gesamtfördermenge vorzusehen, er ist jedoch auch von der manometrischen Förderhöhe und damit von der erforderlichen elektrischen Nennleistung (Motorbaugrösse, Pumpengesamtwicht) der Pumpe abhängig. Insofern sind entsprechende Prüfungen auch bei geringeren Abwassermengen notwendig.

Im Weiteren ist zu berücksichtigen:

- Bei einem Parallelbetrieb mit zwei Pumpen ist prinzipiell eine dritte bzw. zusätzliche baugleiche Pumpe als maschinelle Reserve (Redundanz 50 %) vorzusehen und in die Pumpensteuerung mit einzubinden (wechselnde Vertauschung, vgl. Fussnote).
- Im Falle einer langen Sammeldruckrohrleitung ($> 20 \text{ m}$) ist unter Beachtung der Mindestfliessgeschwindigkeit im Einzelfall zu prüfen, ob ggf. ein Einzelbetrieb, der die Förderung des maximalen Wasserzuflusses abdeckt, mit Blick auf die hydraulischen Verluste im Rohrleitungsnetz wirtschaftlicher ist.
- Auch für den Fall, dass der Gesamtzufluss mit nur einer Pumpe gefördert wird, ist eine weitere identische Reservepumpe, die 100 % der erforderlichen Fördermenge und- höhe abdeckt, vorzusehen.
- In Pumpwerken mit mehreren Maschinen sind diese stets zyklisch in der Anlaufreihenfolge zu tauschen, um eine nahezu einheitliche Betriebsstundenzahl zu erzielen¹¹, auf eine Vertauschung auf Basis der Betriebsstunden ist bewusst zu verzichten.
- Am Schaltschrank ist mittels weisser LED-Leuchte o. ä. als Information und für die Sicherheit des Unterhaltungsdienstes anzuzeigen, welche Pumpe bei der nächsten Anforderung in Betrieb gehen wird (Pumpenvorwahl).
- Müssen aufgrund grosser Fördermengen und damit in Verbindung stehenden grossen manometrischen Förderhöhen (vgl. Kapitel 9) Überlegungen vorgenommen werden, drei Pumpen im Parallelbetrieb fördern zu lassen, ist abzuschätzen, ob nur eine weitere, vierte Pumpe vorzuhalten ist, die als maschinelle Reserve (Redundanz 25 %) akzeptiert werden kann. Ist dies nicht der Fall, ...
- ... ist in einer weiteren Variantenwahl der Einsatz von Rohrschachtpumpen abzuschätzen bzw. planerisch zu berücksichtigen. Hiervon abweichende Alternativen sind mit der Fachunterstützung im ASTRA über das Massnahmen- bzw. spätestens über das Detailprojekt abzustimmen.
- Bei der Förderung des Strassenabwassers ist auf das Einbeziehen von Pumpen mit unterschiedlichen Förder- und Leistungseigenschaften zu verzichten. Das zufließende Wasser ist stets über technisch identische Pumpen umzusetzen, ggf. weitere bestehende Restriktionen sind darauf (technisch) abzustimmen.

¹⁰ d_i = Rohrinnendurchmesser.

¹¹ P1, P2, (P3) / P3, P1, (P2) / P2, P3, (P1) usw.



- Projektspezifische Gründe können u. U. dazu führen, bewusst und unter Abwägung aller Risikopotenziale auf eine maschinelle Redundanz zu verzichten. Liegt aus Sicht der Planenden oder der Projektleitung ein solcher Fall vor (z. B. Pumpwerk ausserhalb einer Stammachse mit gut abschätzbaren Risikofaktoren), ist dies – untermauert durch detaillierte, fachliche Begründungen – im Rahmen des Massnahmen- bzw. Detailprojektes darzustellen.
- Bei den zu erstellenden Pumpwerken auf den Nationalstrassen handelt es sich um die Förderung von Strassenabwasser, das u. a. auch mit Sandanteilen ($\varnothing$ 1–3 g/l), ggf. Mährückständen oder anderen zur Verzapfung neigenden Fluidbeimengungen versetzt ist. Diese Beimengungen müssen projektspezifisch abgeschätzt und bei der Pumpenauswahl, insbesondere bei der Auswahl des Laufrads und dessen Hydraulik (Verstopfungsgefahr vs. $\eta_{\text{hydr.}}$), hinreichend Berücksichtigung finden und zudem mit dem Pumpeneinsatzbereich abgewogen werden.
- Rückschlagklappen (RSK): Der Einbau einer RSK ist in allen Pumpwerken obligatorisch, da mit dieser Armatur mehrere Sicherheitsaspekte verbunden sind. Die RSK dient zum einen u. a. zur Vermeidung einer zur normalen Strömungsrichtung entgegengesetzten Strömungsrichtung in einer Rohrleitung, die dazu führt, dass die Pumpe in einen Turbinenbetrieb gerät. Zum anderen kann über die RSK die ebenfalls wichtige Förderkontrolle vorgenommen werden (vgl. Kapitel 14.7). Grundsätzlich ist auch zu vermeiden, dass die Pumpe beim Einschalten gegen eine leere Leitung fördert.
Eine alternative Rückflussverhinderungseinrichtung kann bei Rohrschachtpumpen erforderlich werden.

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik

9 Klassifizierung von Pumpwerken

Die im Streckennetz der Nationalstrassen vorhandenen Pumpwerke weisen bei ihrer Förderleistung allgemein eine hohe Bandbreite von **40 l/s bis 1'800 l/s** auf. Vor diesem Hintergrund werden die Pumpwerke im Bereich der Nationalstrassen fortan wie folgt klassifiziert:

- **Kleinpumpwerke:** Kreispumpen, einstufige und normalsaugende, in Nass- und Trockenaufstellung, mit einer Gesamtfördermenge ≤ 100 l/s und/oder einer elektrischen Pumpennennleistung bis zu 11 kW¹² sowie mit einer Versorgungsstation, einer Elektrokabine bzw. mit Freiluftnormschränken.
- **Mittelgrosse Pumpwerke:** Kreispumpen, einstufige und normalsaugende, in Trockenaufstellung innerhalb eines massiven Betriebsgebäudes (BG) und einer Gesamtfördermenge > 100 l/s bis $\leq 1'000$ l/s (in Ausnahmen bis 1'300 l/s) oder einer elektrischen Pumpennennleistung > 11 kW bis zu 75 kW (in Ausnahmen bis 110 kW).
- **Grosspumpwerke:** Pumpwerke, ausgeführt durch Rohrschachtpumpen (Nassaufstellung) oder in besonderen Fällen durch Schneckenpumpwerke mit einer Gesamtfördermenge $> 1'000$ l/s bzw. ab 1'300 (unabhängig von der elektrischen Pumpennennleistung)¹³ sowie mit einer Versorgungsstation (Elektrokabine) oder einem massiven BG.

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik

10 Aufstellarten und technische Eigenschaften verschiedener Pumpentypen

10.1 Grundlegende Hinweise

Unter Kapitel 9 wurden die Pumpen für das Strassenabwasser einer grundlegenden Klassifizierung unterzogen. Dabei ergaben sich die Unterteilungen anhand der Fördermenge und der elektrischen Nennleistung (P_N) des Antriebsmotors. Entscheidend für die Aufstellungsart der Pumpe(n) sind jedoch neben diesen Kriterien auch die betrieblichen, arbeitsphysiologischen und -psychologischen, hygienischen, klimatischen und sicherheitstechnischen Belange, mit denen sich das Unterhaltpersonal der Gebietseinheiten später auseinanderzusetzen hat.

¹² Der Einsatz von Tauchmotorpumpen (Nassaufstellung) bedarf einer fachtechnisch-wirtschaftlichen Begründung im Massnahmen- bzw. Detailprojekt. In die Überlegungen müssen alle monetären und organisatorischen Aufwände zum betrieblichen Unterhalt über 25 Jahre mit einfließen! In begründeten **Ausnahmefällen** können damit Förderströme bis **200 l/s** oder eine Pumpen-Nennleistung von bis zu **37 kW** zum Tragen kommen.

¹³ Rohrschachtpumpen können eine Fördermenge von bis zu 7'200 l/s bei einer Förderhöhe bis 30 Metern erreichen. Die Entscheidung zur Planung von Rohrschachtpumpen bei $Q_{Zu} > 1'000$ bis $\leq 1'300$ l/s ist aus dem Projekt heraus sorgfältig abzuschätzen, da hier ein Grenzbereich vorliegt.



Lassen die Platzverhältnisse und das Raumangebot vor Ort verschiedenste Planungs- und Ausführungsvarianten in der Anlagenkonzeption zu, ist immer zu prüfen, ob vor den genannten, einflussnehmenden Hintergründen – und trotz höherer Investitionskosten – einer Trockenaufstellung der Pumpen der Vorzug gegeben werden kann. Andernfalls müssen mögliche Alternativen bei der Konzeption und dem konstruktiven Aufbau des Pumpwerks betrachtet werden. Wichtig ist in diesem Fall jedoch, dass die Planenden das Ziel verfolgen, die Fluidbeimengungen im Strassenabwasser (Sand, Schlamm) vordergründig nicht im Pumpensumpf, sondern an einer anderen Stelle der Anlage bzw. der (kombinierten) SABA bis zur Entsorgung zu speichern.

Eine weitere limitierende Grösse stellt auch die Sohltiefe in einer Pumpstation dar. Kleinpumpwerke sollten nicht in Nassaufstellung ausgeführt werden, wenn der Höhenunterschied von der Geländeoberkante bis zur Sohle des Pumpensumpfs 6 Meter überschreitet. Ergeben sich planerisch entsprechende Sohliefen, sind auch Kleinpumpwerke nach Möglichkeit in Trockenaufstellung zu realisieren. Hierbei ist vordergründig auf platzsparende, trocken aufgestellte Tauchmotorpumpen zurückzugreifen, die nachweislich für den Betrieb im aufgetauchten Zustand geeignet sind (In-Line-Pumpen ggf. mit Kühlmantel). Hintergrund sind u. a. alle Überlegungen, die sich insbesondere auf den regelmässigen Unterhalt der Maschinen und Armaturen sowie auf das Retten und Bergen von hilfebedürftigen Personen beziehen.

10.2 Kleinpumpwerke in Nassaufstellung (Tauchmotorpumpen)

10.2.1 Allgemeine Hinweise zur Planung

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass sich die Investitionskosten – insbesondere wegen des fehlenden massiven Hochbauteils – bei einer Nassaufstellung immer günstiger darstellen, als dies bei einem Pumpwerk mit Trockenaufstellung der Fall ist. Neben Schächten bzw. Pumpensümpfen, die in der Regel mit hoher Betongüte vor Ort gefertigt werden, können bei Einhaltung weiterer einflussnehmender Randbedingungen u. U. auch vorkonfektionierte Fertigbetonteile (Pumpenschächte) eingesetzt werden. Diese Vorteile sind jedoch nicht vordergründig bzw. nicht ausschliesslich in die planerischen Überlegungen zu einer Nassaufstellung mit einzubeziehen (vgl. Kapitel 10.1).

Werden Pumpen in Nassaufstellung planerisch im Konzept der Abwasserbehandlung berücksichtigt, sind die weiteren Merkmale zu beachten:

- Tauchmotorpumpen sind im Pumpensumpf sowie in deren Zu- und Auslauf in der Regel immer einer Ex-Schutz-Zone zuzuordnen.
- Auch die Anforderungen bei der baulichen Ausführung aller weiteren elektrischen Betriebsmittel (z. B. Messeinrichtungen, Sensorik) sind im Zonenbereich entsprechend zu berücksichtigen. Im Allgemeinen ist von der Zone 2¹⁴ auszugehen, jedoch wird die Zoneneinteilung in der gesamten Anlage bzw. in der (kombinierten) SABA immer durch das Ex-Schutz-Dokument eines Fachplaners festgelegt.
- Im Aussenbereich der Anlage müssen gute Zufahrts- und Umfahrungsmöglichkeiten vorhanden sein, die auch für ein Entsorgungsfahrzeug ausreichend gross und standsicher zu planen sind.
- Das Pumpwerk muss daneben über eine massive und ausreichend hohe Umzäunung sowie über ein ausreichend dimensioniertes Zufahrtstor – ggf. mit Doppelschliessung (Zugang Dritter) – verfügen, welches auf die Grösse der möglicherweise eingesetzten Servicefahrzeuge abgestimmt ist.

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik, Bau

10.2.2 Baulich-konstruktive Anforderungen an den Pumpensumpf

Bei der Anlagenkonzeption sollte vornehmlich darauf geachtet werden, dass der Pumpensumpf nicht der direkte Speicherort für die miteingeschwemmten Sand- und Schlammanteile ist (Bezug: Kapitel 10.1). Dies ist umso wichtiger, wenn der Saugraum der Pumpen abgedeckelt ist, also kein offener Zugang besteht.

Ein optimales Mitfördern der Fluidbeimengungen kann unter folgenden Gesichtspunkten erreicht werden:

- Allseitige Profilierung des Pumpensumpfs durch eine Berme mit idealem Winkel und Eckauskleidung.
- Gewährleistung, dass durch die Pumpensumpfprofilierung (im Nachgang) jederzeit Montagearbeiten, z. B. am Fusskrümmer, durchgeführt werden können.

¹⁴ Zoneneinteilung u. a. nach ATEX-Produkttrichtlinie: Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb nicht oder nur kurzzeitig eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.



- Betonkorrosionsschutz durch Betonbeschichtungssystem oder das Vorsehen von Betonschutzplatten aus HDPE.
- Montage der Fusskrümmer (evtl. auch der Pumpen), bevor es im Pumpensumpf zur Sumpfprofilierung durch Bermen und zur Ausführung eines Betonschutzsystems kommt.
- Wenn möglich, frontale und sohlnahe Anordnung des Zulaufrohrs, ggf. Vorsehen einer Trennwand.
- Maximale Zuflussgeschwindigkeit im Zulaufrohr 1,2 m/s.
- Vermeidung von Wellenbewegungen und massiven Lufteinträgen durch den Einsturz des zulaufenden Strassenabwassers durch energievernichtende Absturzvorrichtungen, Prallplatten oder sogenannte Balkone (siehe Abbildung 2) sowie durch Trennwände.

Im Weiteren gilt der Grundsatz: Alle strömungsschwachen Bereiche bzw. sogenannte Totzonen in einem Pumpensumpf führen erfahrungsgemäss bereits nach wenigen Monaten zu nennenswerten Ablagerungen zum Nachteil des betrieblichen Unterhalts und ggf. der Betriebssicherheit. Sie müssen daher vor dem Hintergrund aufwendiger Reinigungs- und Wartungseinsätze baulich-konstruktiv bestmöglich vermieden werden.

In Abhängigkeit des Förderstroms der grössten Einzelpumpe gestaltet sich der Pumpensumpf baulich nachfolgend dargestellt:

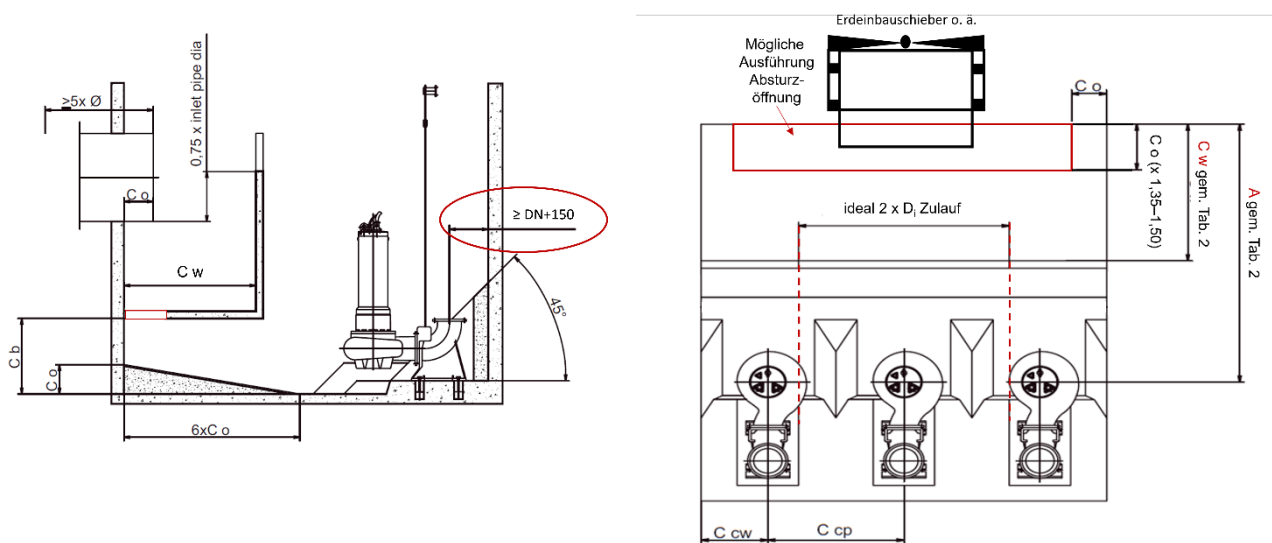


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Pumpensumpfs mit Bermen, Prallplatte bzw. Balkon (Nassaufstellung)¹⁵

Die Masse in Abbildung 2 gelten nur bis zu einer Anordnung von maximal 4 Pumpen, wobei sich alle Masse (C_w , A) auf die Fördermenge der grössten Einzelpumpe beziehen. Bei einem Q_{Pumpe} , welcher zwischen zwei Tabellenwerten liegt, kann bei allen Massen der nächsthöhere Tabellenwert gewählt werden. Das sich ergebene Mass A muss immer gewährleisten, dass das erforderliche V_{Nutz} sichergestellt ist. Vor diesem Hintergrund ist es möglich, dass sich in der Überprüfung bzw. in der Projektierung für das Mass A u. U. nach oben abweichende Ergebnisse ergeben.

¹⁵ In Anlehnung an: Planungshinweise KRT, KSB-Aktiengesellschaft (Halle a. d. Saale (D)).



Q_{Pumpe} Förder- strom der grössten Einzel- pumpe	C w Balkon/ Trennwand*)	C cp Achsabstand Saugmund	C o Höhe Berme/ Überstand Zulaufrohr aus Sumpfwand	C b Abstand Sohle/ Sumpf- UK Balkon	C cw Abstand Achse- Saugmund/ seitl. Wand	A Breite Sumpfwand/ Mitte Saugmund
[l/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
≤ 100	1000	700	200	700	370	2350
> 100 - 150	1100	800	220	770	450	2450
200	1300	1000	240	830	510	2650
250	1600	1100	280	880	570	2950

Tabelle 2: Richtmasse für die Pumpensumpfabmessungen und die Pumpenanordnungen bei Pumpen mit Nassaufstellung¹⁶

Hinweis:

Alle Masse gelten als Anhaltswerte, die nochmals auf das Projekt abzustimmen sind. Bei Rohrschachtpumpen gelten gesonderte Richtmasse!

Trennsplitter und Balkone dürfen in ihrer Anordnung nicht dazu führen, dass innerhalb des Pumpensumpfs bzw. im Bereich der Pumpen keine Bewegungsfreiheit für das Wartungspersonal mehr gegeben ist. Die baulich-konstruktive Ausführung des Pumpensumpfs ist daher auch an diesem Punkt auszurichten.

Trotz der Profilierung des Pumpensumpfs kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich Wirbelstrukturen dennoch bilden. Treten diese auf, haben sie häufig einen direkten Einfluss auf die Förderleistung und die Laufruhe der Pumpe(n). Um alle Eventualitäten auszuschliessen, sind bei Pumpstationen mit Nassaufstellung sowie bei einem geplanten Parallelbetrieb (P_{II}) und/oder mehreren Zuflüssen in den Pumpensumpf – zwischen den Maschinen – sogenannte Trennsplitter (siehe u. a. Abbildung 2) einzusetzen.

Wichtig ist, dass die Trennsplitter in Bezug auf den Ansaugbereich der Pumpen absolut symmetrisch angeordnet werden. Geschieht dies nicht, muss – kontraproduktiv – mit hoher Laufunruhe bei den Pumpen und sogar mit Folgeschäden an den verschiedenen Komponenten der Pumpe(n) gerechnet werden.

Mit Blick auf die Materialwahl stehen grundsätzlich Beton oder seewasserbeständiges, rostfreies Edelstahlblech (idealer Werkstoff 1.4462 – Duplex-Stahl) zur Verfügung. Hierbei haben Trennsplitter aus Metall jedoch den Vorteil, dass diese deutlich einfacher im Pumpensumpf justiert und mit der Sohle des Pumpensumpfs verschraubt bzw. wasserdicht verankert werden können.

Ergänzend zur erkennbaren Geometrie der Trennsplitter ist festzuhalten, dass sich deren Seitenhöhe über den Neigungswinkel ($\varepsilon_1 \leq 45^\circ - 60^\circ$) der Seitenfläche gegenüber der Grundfläche definiert.

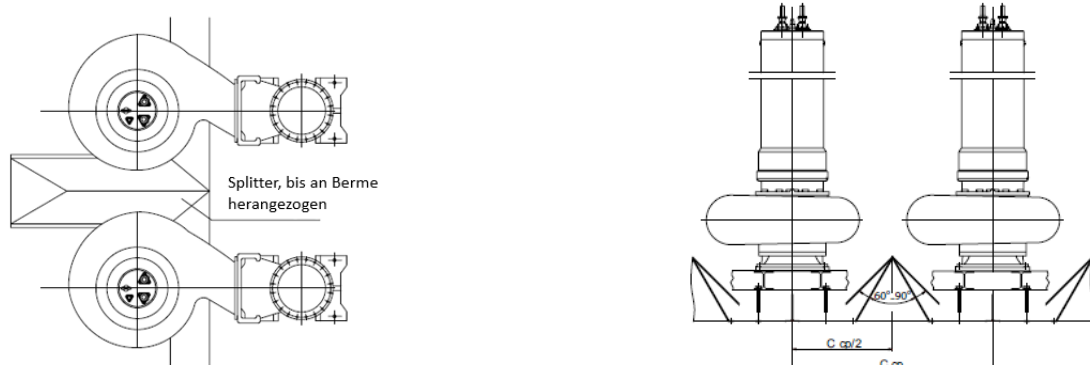


Abbildung 3: Anordnung und Geometrie eines Trennsplitters zwischen zwei Pumpen (Nassaufstellung)¹⁷

¹⁶ Die beschriebenen Masse **C w** und **A** ergeben sich unter Berücksichtigung eines Spannungsfaktors von 1,35.

¹⁷ Quelle: Planungshinweise KRT, KSB-Aktiengesellschaft (D, Halle a. d. Saale).



Für Reinigungs- und Wartungsarbeiten im Pumpensumpf müssen im Zulaufbereich stets Absperrarmaturen (z. B. korrosionsbeständige Kanalschieber) vorgesehen werden.

Als Montageöffnung sind bei nach oben geschlossenen Sumpfen über jeder Pumpe bevorzugt bodengleiche, an das grösste Einzelbauteil angepasste Schachtabdeckungen, vorzugsweise aus rostfreiem Edelstahl (Werkstoff 1.4404), im Konstruktionsbeton des Pumpensumpfsdeckels vorzusehen. Diese müssen tagwasserdicht, rutschsicher und für Lkw befahrbar (z. B. EN 124 Klasse B/D) sein. Weitere baulich-konstruktive Hinweise sind dem Kapitel 15 zu entnehmen.

Eine mögliche Kombination von Rückhaltebecken, Pumpensumpf und Pumpen in Nassaufstellung kann in ihrem schematischen Aufbau zu einem Pumpwerk dem Anhang 2 entnommen werden.

Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik, Verfahrenstechnik, Bau

10.2.3 Aufstellung und Befestigung der Pumpen im Pumpensumpf

Bei der stationären Aufstellung der Pumpen muss die Betonsohle des Pumpensumpfs eine stabile und dauerhafte Befestigung des Fusskrümmers sicherstellen. Dabei ist zu gewährleisten, dass der Fusskrümmer in Bezug auf die erforderlichen Abmessungen am Druckstutzen den zu erwartenden Belastungen (z. B. durch die Rohrleitung und die Armaturen) standhalten kann.

In Abhängigkeit des Pumpengewichtes muss geprüft werden, ob zur Befestigung des Fusskrümmers nach den statisch-konstruktiven Erfordernissen entsprechend dimensionierte Fundamentschienen eingesetzt werden müssen. Generell empfiehlt sich die Befestigung des Fusskrümmers mit bautechnisch zugelassenen Verbundankern (mit Mörtel-/Klebepatrone) aus rostfreiem Edelstahl (Werkstoff 1.4404) und ausreichender Festigkeit in der anzustrebenden Betonklasse.

Die Anordnung von Pumpen im Pumpenschacht hat häufig zur Folge, dass die auf der Druckseite der Pumpe vertikal verbauten Armaturen (Erweiterungs-/Reduzierstücke, Ausbaustücke, Schieber und Rückschlagklappen) und ggf. auch die Druckrohrleitung selbst einer zum Teil hochkorrosiven Atmosphäre ausgesetzt sind. Wichtig ist daher, dass hochwertige Komponenten, Werkstoffe und/oder Beschichtungssysteme bei den Planungen Berücksichtigung finden und auch in der Ausführungsplanung erschöpfend in ihren technischen Eigenschaften beschrieben werden. In diesem Zusammenhang wird auf die Kapitel 10.2.6, 11.3 und 11.6 verwiesen, in denen die anzustrebenden Werkstoffqualitäten etc. ersichtlich werden.

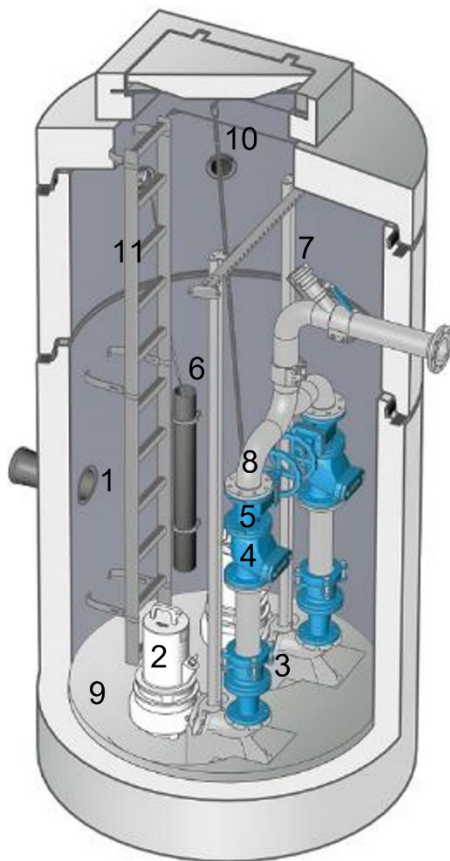
Im Weiteren ist zu beachten:

- Absperrschieber oder andere Armaturen dürfen das «Ziehen» der Pumpen nicht behindern.
- Vertikal angeordnete Druckleitungen über dem Rückflussverhinderer sollten möglichst kurz ausgeführt werden, damit sich keine grossen Feststoffablagerungen aufbauen können.
- Rückflussverhinderer bzw. Rückschlagklappen (RSK) mit Hebel und Gewicht sind bei Pumpwerken in Nassaufstellung ungeeignet und nicht einzusetzen, sofern die RSK im Pumpensumpf (ggf. sogar getaucht) angeordnet sind.
- Die Vereinigung der Einzeldruckrohrleitungen mit der Sammeldruckrohrleitung ist innerhalb des Pumpensumpfs allgemein mit vertikaler Einbaulage vorzunehmen (vgl. Abbildung 4).
- Bei der Führung der Pumpen zum Verlagern der Pumpen zwischen Pumpensumpf und der Oberkante des Geländeniveaus sind Führungsstangen oder Seilführungen üblich. Die 2-Stangen-Führung, ausreichend versteift, lässt ein problemloseres und sichereres Herunter- und Hochrutschen der Pumpen zu und sollte favorisiert werden. Das gewählte Führungssystem ist stets aus rostfreiem Edelstahl (KWK¹⁸ III, Werkstoff 1.4404 o. glw.) vorzusehen.

Entsprechendes gilt für die Zugketten, mit denen die Pumpen aus dem Sumpf gezogen werden.

¹⁸ Korrosionsbeständigkeitsklasse.





1. Zulauf (mit Q_{zu})
2. Pumpe (Nassaufstellung)
3. Pass- und Ausbaustück
4. Rückschlagklappe (RSK)
5. Keil(flach)schieber
6. Hydrostatische Wasserstandmessung (redundant)
7. Be- und Entlüftungsventil (optional)
8. Hosenrohr (Vereinigungsstück)
9. Bermen
10. Zugketten (Edelstahl, KWK III)
11. Abstiegsleiter (KWK III) ohne Fallschutzschiene

Abbildung 4: Aufstellschema zu Pumpen in Nassaufstellung mit in den Einzeldruckrohrleitungen integrierten Armaturen¹⁹

Hinweis:

Bei der Verlegung, Anordnung und Verankerung und dem Abfangen der Rohrleitungen muss planerisch sichergestellt werden, dass keine Kräfte oder Auflasten auf die Pumpen übertragen werden, die über die zulässige Lastaufnahme hinausgehen. Es empfiehlt sich generell, einen spannungsfreien Anschluss des Druckstutzens an der Pumpe statisch-konstruktiv sicherzustellen.

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Maschinentechnik, Verfahrenstechnik

10.2.3.1 Personen- und Arbeitsschutz im Bereich des Pumpensumpfs

Ab einer Schachttiefe > 4 Meter sind allgemein Zwischenkonsolen im Sinne der Arbeitssicherheit zu berücksichtigen. Zwischenkonsolen haben ihr Widerlager u. a. entweder direkt an der Druckrohrleitung (Rohrschellen) und/oder im Bereich der Schachtwände. Statische Betrachtungen sind notwendig. Bei mehreren Zwischenkonsolen bzw. Gitterrostebenen im Pumpensumpf muss konstruktiv stets darauf geachtet werden, dass zu rettende Personen direkt und ohne Verlagerungen auf den einzelnen Ebenen aus dem Schacht geborgen werden können. Abstiege in den Pumpensumpf müssen daher einzügig ausgeführt werden, wobei Personen vorzugsweise durch Höhensicherungsgeräte zu sichern sind.

Die Abstiege (Steigleitern) in den Pumpensumpf sind prinzipiell gemäss SUVA 33045.d bzw. SN EN 14396 bzw. SN ISO 14122-4 auszuführen. Jedoch sind im Sinne der schnellen Personenrettung keine Fallschutzschienen an den Abstiegen vorzusehen. Personen sind mit Höhensicherungsgeräten (vgl. Anhang 18) zu sichern.

Mit Blick auf mögliche Einwirkungen durch Vandalismus ist abzuwägen, ob die eventuell vorzusehende Pumpensumpf- oder Schachtabdeckung über einer verschraubten Gitterrostabdeckung oder durch eine massive Betonabdeckung mit Schachtdeckel (lichtes Mass min. 1,0 x 1,0 Meter) und Öffnungshilfe erfolgt. Unabhängig von der Abdeckungsweise sind vorzugsweise aus rostfreiem Edelstahl (KWK III, Werkstoff

¹⁹ Quelle: Mall GMBH Austria.



1.4404) gefertigte Abdeckelungen bzw. Deckelkomponenten einzusetzen. Kommen Schachtabdeckungen mit Öffnungshilfen (z. B. Gasdruckfedern) zum Einsatz, müssen diese in der Materialwahl der anzunehmenden Korrosivitätskategorie (mindestens C4 – h/lang) entsprechen. Es ist darauf zu achten, dass die Unterstützung durch die Gasdruckfedern o. ä. auch für weniger kräftige Personen geeignet ist.

Es ist im Weiteren zu berücksichtigen, dass Öffnungshilfen allgemein einen wiederkehrenden Wartungspunkt darstellen. Ergänzende Hinweise zur Wartung und Instandhaltung erfolgen unter Kapitel 17 ff.

Vollständig abgedeckelte bzw. gegenüber der Atmosphäre hermetisch verschlossene Pumpensümpfe sind mit einer ausreichend zu bemessenden Be- und Entlüftung (u. U. mit Insekten- und Amphibienschutz) auszustatten. Zudem muss die Möglichkeit zu einer gefahrlosen Messung der Gaskonzentrationen (CH₄ etc.) mittels eines Mehrgasmessgerätes bestehen. Die Abluft ist allgemein oberhalb des Zuluftetrtritts fortzuführen.

Im Weiteren sind bei Schachtdeckeln im Wesentlichen folgende Merkmale zu beachten bzw. projektspezifisch in der Ausführung abzuwägen:

- Konstruktion mindestens in Anlehnung an die DIN 1239 und geeignet für den Einsatz in Ex-Zone 2²⁰.
- Einbruchhemmung gem. DIN EN 1627, die eine Widerstandszeit von mindestens 10 Minuten sicherstellt.
- Flächenbündige Ausführung oder Rahmen aus gekantetem Stahlprofil.
- Belüftung: Im Deckel integrierter oder abgesetzter Dunsthut, i. d. R. DN 150, Höhe 0,5 Meter.
- Entlüftung: ca. 1,3 X DN Zuluft, Austrittsöffnung von der Belüftung deutlich versetzt und ca. 2 Meter höherliegend als der Zuluftetrtritt; am oberen Ende muss der Dunsthut ein Innenmass von 1,5 x DN (90° Abluftumlenkung der Luft) aufweisen; als Alternative zum Dunsthut können auch Schwanenhäse ausgeführt werden.
- Schachtdeckelbelastung mindestens gem. EN 124 Klasse D (400) oder höherwertig.
- Deckel aus z. B. Tränenblech o. ä., rutsicher (R13, Orientierungshilfe ist die DIN 51130).
- Öffnungsüberwachung an Toren, Türen und Schachtabdeckungen gem. dem Sicherheitskonzept der Gebietseinheit.
- Tagwasserdichte oder überflutungssichere Ausführung (Druckwasserdichtheit ideal bis 0,2 bar Wassersäule, mindestens 0,1 bar).
- Abdichtung mit Viton-Dichtung o. glw., verschleissarm an der Deckelunterseite befestigt.
- Rückstausichere Ausführung (Überflutung).
- Öffnungshilfe, z. B. Gasdruckfedern, vollständig aus rostfreiem Edelstahl (mindestens KWK III).
- Anschluss für Potenzialausgleich.
- Absturz-Barrieren und/oder Absturzgitter, einfaltbar in der Abdeckung integriert.

Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik

10.2.4 Sohltiefe und Schaltkoten im Pumpensumpf

Die Sohltiefe des Pumpensumpfs ergibt sich u. a. durch die unter Kapitel 7 beschriebenen Grunddaten. Im Weiteren sind bei der Bestimmung der Sohltiefe folgende Punkte zu beachten:

- Unterhalb des Zulaufes ist vorzugsweise ein ausreichender Sicherheitsabstand zur Normalwasserspiegel-lage sicherzustellen (mindestens 30–60 cm), sodass es i. d. R. zu keinem Einstauen in die Zulaufleitung o. ä. kommen kann.
- Unter Bestimmung der Pumpensumpfinnenmasse (vgl. Kapitel 10.2.2) und dem berechneten Nutzvolumen (V_{Nutz}) zur Wahrung der zulässigen Schaltspiele (x/h) ist der Ausschaltwasserspiegel bewusst kurz unterhalb des Fangbügels der Pumpe bzw. auf die Oberkante des Motors zu legen. Dies bedeutet konkret:
- Der meist vom Hersteller deutlich unterhalb des Fangbügels beschriebene tiefste Ausschaltwasserspiegel **2)** ist nicht über die Automatik anzufahren. Die Maschinen sind immer getaucht zu halten.
- In Handschaltung oder bei bestimmten Erfordernissen ist der Ausschaltpunkt **2)** temporär zulässig. Hierauf wird nachfolgend noch kurz eingegangen.
- Zu beachten ist, dass das Nutzvolumen (V_{Nutz}) auf den Förderstrom der grössten Einzelpumpe innerhalb der Anlage zu beziehen ist. Das bedeutet konkret, kommt es zu einem Parallelbetrieb mit 2 oder mehr Pumpen, muss die Mehrfördermenge im Einzelbetrieb bestimmt werden. Wie diese über das Q/h-Diagramm und über die Konstruktion einer reduzierten Pumpenkennlinie grafisch zu ermitteln ist, wird in Anhang 1 illustriert.

²⁰ Bzw. nach den Festlegungen im Ex-Schutz-Dokument!



- Zur Bestimmung der Sohlentiefe sind vor den genannten Hintergründen das Baumass der Pumpe h_P und das Freimass Sohle – Saugmund – Pumpe sowie die Wasserspiegellagen des Einzel- und des Parallelbetriebes bedeutend. Der Schaltabstand zwischen diesen beiden Wasserspiegeln sollte – unter Berücksichtigung möglicher auf die Wasserstandmessung einflussnehmende Wellenbewegungen im Pumpensumpf – mindestens 0,4 Meter betragen. Nach unten abweichende Schaltabstände sind mit der Fachunterstützung im ASTRA abzustimmen.
- Oberhalb des primären Ausschaltwasserspiegels 1) ergibt sich dann das vorzuhaltende V_{Nutz} . Damit ist sichergestellt, dass die Pumpen beim Fördern immer im kühlenden Medium getaucht sind (Optimierung des Ex-Schutzes).
- Bei der letztendlichen Festlegung der Überstauung der Pumpe muss das NPSH-Pumpe/Anlage geprüft werden.

Die Festlegung der vorgenannten Ausschaltpunkte hat noch einen weiteren Hintergrund. Kommen z. B. nur zwei Pumpen zum Einsatz, wovon eine Maschine 100 % des zu hebenden Strassenabwassers fördert, kann die Pumpensumpfgrösse in Bezug auf das vorzuhaltende Nutzvolumen (V_{Nutz}) u. U. platzbedarfsparend über das rechnerische Einbeziehen der Reservepumpe erfolgen. Vor dem Hintergrund, dass bei der Verfügbarkeit von nur einer Pumpe der Ausschaltwasserspiegel temporär von 1) auf 2) verlegt wird, kann meist sichergestellt werden, dass das vorgehaltene Nutzvolumen im Pumpensumpf steigt und in Korrespondenz dazu die Schaltspiele der verbleibenden Pumpe reduziert bzw. angepasst werden.

Zulässig ist diese Massnahme dann, wenn in Abhängigkeit der elektrischen Nennleistung des Motors (P_N) die allgemein vorgegebenen Schaltspiele (vgl. Kapitel 10.2.6) von nur einer Pumpe eingehalten werden oder sich um ein noch vertretbares Mass erhöhen.

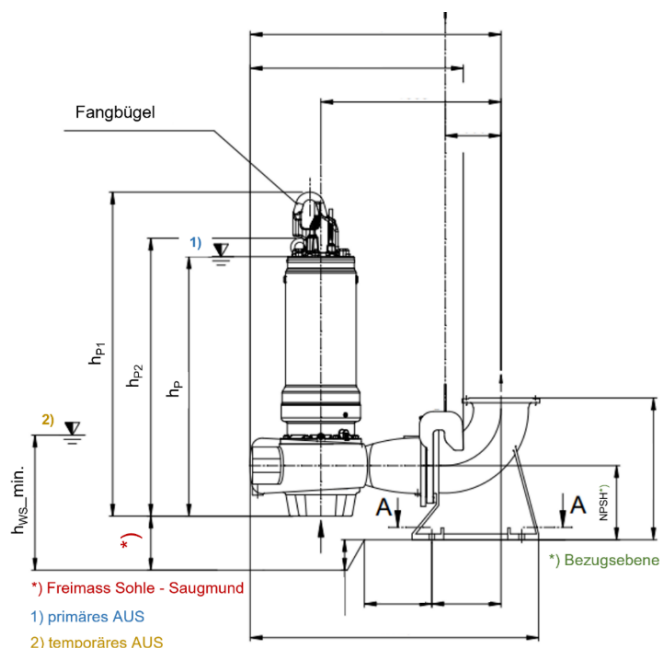


Abbildung 5: Wichtige Pumpenbaumasse zur Bestimmung der Sohlentiefe im Pumpensumpf (Nassaufstellung)

Das (temporäre) Verändern des Ausschaltwasserspiegels kann grundsätzlich innerhalb des SPS-Programms und in Verknüpfung mit dem Haupt- oder Revisionsschalter der Pumpen automatisiert werden.

Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik

10.2.5 Armaturenschacht

Ist das Gelände rund um die Pumpstation ausreichend gross, sollte zur Vermeidung der vorgenannten wesentlichen Nachteile (u. a. Korrosion, Zugänglichkeit, zu treffende Personenschutzmassnahmen) ein Armaturenschacht im direkten Bereich zum Pumpenschacht – in horizontaler Lage – angeordnet werden. Neben einer besseren und leichteren Zugänglichkeit werden durch die Anordnung der Armaturen in einen Armaturenschacht die unter Kapitel 11.5 beschriebenen Effekte, die bei der Rückschlagklappe zu einem massiven Klappenschlag führen können, i. d. R. deutlich vermindert oder sogar abgestellt.



Wesentliche Komponenten, die in einem Armaturenschacht untergebracht werden, sind:

- Hosenrohr bzw. eine Rohrkonstruktion, über die alle Einzeldruckrohrleitungen zusammengeführt werden.
- Pass- und Ausbaustücke,
- Keilflachschieber,
- Rückschlagklappe mit Sensor zur Förderkontrolle (Drehwinkelsensor, vgl. jedoch auch Kapitel 14.7),
- Manometer,
- Not-Halt-Schalter sowie optional Revisionsschalter (siehe NIN 2020 4.6.4.1),
- Diverse Anschlussboxen,
- MID²¹, sofern eine Regelung der Pumpen oder eine Förderstromkontrolle stattfinden muss/soll,
- Glockenabfluss zur etwaigen Entwässerung des Armaturenschachts zurück in den Pumpensumpf,
- Dreistabsonde zur Feststellung möglicher Leckagen oder Überflutungen im Armaturenschacht.

Hinweis:

Marktaktuell werden MID angeboten, die keine Vor- und Nachlaufstrecke mehr benötigen und dennoch einen korrekten Volumenstrom etc. (Führungsgrösse zur Regelung) messen können. Hierdurch kann deutlich platzsparender gebaut werden (vgl. Anhang 3).

Die Fläche des gesamten Schachtdeckels ist so auszuführen, dass ein Dreibein oder ähnliches problemlos und standsicher zum Ein- und Ausbau der Armaturen und Rohrleitungsteile etc. aufgestellt werden kann.

Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik

10.2.6 Technische Besonderheiten und Anforderungen an Pumpen in Nassaufstellung

Neben dem Merkmal einer kompakten Bauweise haben nass aufgestellte Pumpen die Besonderheit, dass das Nutzvolumen (V_{Nutz}) des Pumpensumpfs so zu bemessen ist, dass zum einen die zulässigen Schaltspiele (x/h) nicht überschritten werden und zum anderen der Motor zwecks Kühlung stets im zu fördernden Medium vollständig getaucht ist. Die planerischen Grundsätze hierzu wurden unter Kapitel 10.2.3 beschrieben.

Um das Pumpwerk bzw. die Anlage (SABA) anlagen- und betriebssicher zu gestalten, sind im Weiteren die folgenden technischen Anforderungen bei der Pumpe massgebend:

Ex- und Trockenlaufschutz (Nassaufstellung):

- Durch den direkten Kontakt zum Medium (Strassenoberflächenwasser) müssen Pumpen explosionsgeschützt ausgeführt werden und i. d. R. nach ATEX²² der Gerätegruppe II 2G T3 (Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95)) bzw. der Zündschutzart Ex II2G Ex d IIB T3 entsprechen.
- Entsprechende Ex-Schutz-Vorgaben gelten auch für die Wasserstandmessung und alle weiteren elektrotechnischen Installationen im Pumpensumpf; es ist die EN ICE 60079-0 in neuester Version zu beachten.
- Pumpen in Nassaufstellung sind damit Maschinen, deren Motor gekapselt ist. Es empfiehlt sich, Tauchmotorpumpen mit einem Leckagesensor/-schalter (Öffner) auszustatten, um etwaiges Eindringen von Wasser in das Innere der Maschine und damit einen Defekt der Gleitringdichtung rechtzeitig feststellen zu können. Hierzu ist eine entsprechende Sekundärmeldung zu generieren, die störmeldetechnisch zu erfassen und an eine ständig besetzte Stelle zu übertragen ist.
- Tauchmotorpumpen sind mit zwei unabhängigen Motortemperaturkreisen auszustatten; der erste, niedrigere Temperaturkreis (ca. 80 °C Oberflächentemperatur Motorgehäuse) schaltet beim Ansprechen den Motor ab und lässt nach dem Abkühlen ein Wiedereinschalten automatisch zu. Der zweite Temperaturkreis schaltet bei einer Oberflächentemperatur deutlich oberhalb von 80 °C ab, wobei das Ex-Sicherheits-Relais mit Wiedereinschaltsperre ein automatisches Wiedereinschalten verhindert.
- Der Trockenlaufschutz kann zum einen über die Stromaufnahme der Pumpe – entsprechend den Lastbereichen 1/4 bis 4/4 – realisiert werden. Der Motor ist dabei mit einem thermisch verzögerten Überstromrelais nach DIN VDE 0660/ICE 947 gegen Überlast zu schützen. Hierbei ist die Auslösekennlinie für die thermische Verzögerung bei der Überstromauslösung nach EN 60947-6-2 zu berücksichtigen. Zum anderen ist es sinnvoll, im SPS-Programm zudem einen Trockenschutzalgorithmus in Kombination mit der

²¹ Magnetisch-induktiver Durchflussmesser.

²² Standardmässige ATEX-Spezifikation, ggf. zu definierende Geräte-Spezifikationen gemäss Ex-Schutz-Konzept/-Gutachten.



Wasserstandmessung aufzubauen. Eine zu geringe Stromaufnahme und ein gleichzeitig geringer Wasserstand über einen zu definierenden Zeitraum können so z. B. einen Hinweis auf Trockenlauf geben und als Schutzmechanismus die Abschaltung der betroffenen Pumpe auslösen.

- Kommt ein Armaturenschacht zur Ausführung, hat die Förderkontrolle jedoch über eine Überwachung der Rückschlagklappe (RSK) mittels Drehwinkelsensor (0/4–20mA) zu erfolgen.
- Durch den in der Regel beim Einschalten immer getauchten Motor (Kühlung) kann bei der Betriebsart von einem im Grunde zulässigen Dauerbetrieb (S1, nach DIN EN 60034-1) ausgegangen werden.
- Bringt die Anforderung an einen ständig getauchten Motor vor allem baulich-konstruktive Probleme mit sich, so können auch Pumpen mit einem Kühlmantel, in dem ein Kühlmittel in einem geschlossenen Kühlkreislauf innerhalb des Kühlmantels zirkuliert, eingesetzt werden.

Maschinen- und elektrotechnische Spezifikationen (Nassaufstellung):

In direkter Beziehung mit der Betriebsart stehen die schon erwähnten zulässigen Schaltspiele (x/h) der Pumpe bzw. deren Motor und das vorzuhaltende Nutzvolumen (V_{Nutz}) bzw. die Pumpensumpfabmessungen.

Es ist zu erwarten, dass die in dieser Projektierungshilfe genannten Schaltspiele von den zulässigen Schaltspielen der diversen Pumpenhersteller abweichen, jedoch wurden diese bewusst und mit Bezug auf die Aussagen unter Kapitel 6.2 reduziert und gestaffelt angelegt. Sofern projektspezifische Belange nicht dagegensprechen, sind die nachfolgend beschriebenen Schaltspiele als gute und praxiserprobte Intervallvorgabe anzuwenden. Abweichendes ist im Massnahmen- bzw. Detailprojekt zu begründen.

Elektrische Nennleistung Motor (P_N)			Optimierte Schaltspiele/h
bis		7,5 kW	12 bis 16
> 7,5 kW	bis	22 kW	10
> 22 kW	bis	37 kW	8
> 37 kW			7 bis 6

Tabelle 3: Orientierungswerte anzustrebender Schaltspiele bei Pumpen mit Nassaufstellung²³

Zudem sind im Wesentlichen die folgenden technischen Anforderungen an die Pumpen zu stellen:

- Die Standards bei den Motorbaugrößen für Normmotoren nach DIN EN IEC 60072-1 finden bei Tauchmotorpumpen direkt keine Anwendung, dennoch orientieren sich die Motorgrößen an den marktüblichen Motorabmessungen bzw. Baugrößen.
- Die Motoren von Tauchmotorpumpen, in der Regel ein Drehstrom-Asynchronmotor mit Kurzschlussläufer, müssen immer eine druckwasserdichte Ausführung aufweisen.
- Die Lager (A und B) müssen lebensdauergeschmiert sein, bei grossen Motorbaugrößen können Nachschmiereinrichtungen (dauerhafter Wartungspunkt) erforderlich werden. Die nominelle Lebensdauer (L_{10h}) beträgt mindestens 20'000 Betriebsstunden.
- Schleisswände und/oder Spaltringe beidseits des Laufrads sind verschleissfest auszuführen (Hartguss EN-JN 3029), alternativ aus anderem verschleissfestem Guss-Material nach DIN EN 12513 oder Duplex-Stahl; alle abriebgefährdeten Teile der Pumpe müssen zudem auswechselbar sein (Schleisswände, Spaltringe, Wellenschutzhülse).
- Fertigung des Pumpengehäuses aus Grauguss EN-JL1040, des Druckdeckels aus EN-JN 3029, des Pumpeneinbauraums für GLRD nach EN 12756.
- Die Oberflächenvorbereitung des Pumpengehäuses ist nach den geltenden Festlegungen in der DIN EN ISO 12944-4 sowie in Verbindung mit ISO 8501 und DIN EN ISO 8503 zu fordern; der einzuhaltende Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ richtet sich nach der DIN EN ISO 12944-4.
- Das Laufrad besteht aus Grauguss (JL1040, GG 25) o. glw.
- Bei einem Laufrad mit Drehzahl $n > 1'000 \text{ min}^{-1}$ sind immer an den Schaufelkanten gehärtete bzw. als Hartguss ausgeführte Laufräder zu wählen (Werkstoff G-X300CrMo15-3 (0.9635), HRc 60 – 65, wahlweise kann auch HRc 54 akzeptiert werden, was jedoch planerisch abzuschätzen ist). Bei hohen Sandfrachten kann dies auch bei Drehzahlen $< 1'000 \text{ min}^{-1}$ erforderlich werden.
- Wellenabdichtung, doppeltwirkend (Back-to-Back oder Tandem) mediumseitig mit drehrichtungsunabhängiger Gleitringdichtung (GLRD), mit statischer Komponente und stationärem Bauprinzip (abgedeckte sowie druckentlastete Befederung ausserhalb des Mediums), Nebendichtungen aus Fluorkautschuk (FKM/z. B. Viton), Werkstoffgehäuse aus Duplex-Stahl 1.4462 (KWK IV), Federpaket mit Federn aus

²³ Die tatsächlich zulässigen Schaltspiele sind vorsorglich nochmals mit dem Hersteller der planerisch berücksichtigten Pumpe abzustimmen.



austenitischer Nickel-Molybdän-Chrom-Legierung (2.4610) mit Verdrehsicherung, geeignet für einen Einbauraum nach EN 12756, Gleitflächen mediumseitig vollständig aus Siliziumkarbid (SiC/SiC) – diamantveredelt bei $n > 1'000 \text{ min}^{-1}$ –, motorseitig Balgdichtung mit Gleitflächenpaarung Kohle/SiC (weich/hart).

- Der technische Standard des Motors richtet sich nach der DIN EN 60079-0/DIN EN 60079-1 (Zündschutzart) sowie nach DIN EN 60034-5 und stellt die Schutzart IP68 sicher.
- Die Welle besteht aus ferritischem Chromstahl, Werkstoff 1.4021, bei entsprechender Korrosivität können höher legierte Duplex-Stähle (Werkstoff 1.4517/1.4593 o. glw.) erforderlich werden.
- Die Verschraubungen bestehen mindestens aus rostfreiem Edelstahl, Werkstoff 1.4404 o. glw. (KWK III).
- Es sind längswasserdichte Anschlusskabel/Kabeleinführungen (Pumpenanschlusskabel) auszuführen.
- Die Anschlussadern sind mit Zinn verlötet und mit Harz vergossen.
- Korrosionsschutz und Beschichtung: Siehe hierzu Kapitel 11.6.

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Elektrotechnik

10.2.7 Versorgungstationen und Kabinen

Bei Pumpen in Nassaufstellung werden die Schaltgerätekombinationen in Versorgungstationen und Kabinen untergebracht. Deren Erstellung erfolgt nach dem Technischen Merkblatt 23 001-12110, in dem die technischen Aspekte und Anforderungen definiert sind. Folgende Überlegungen sind jedoch in die Planungen einer Pumpstation oder einer damit kombinierten SABA insbesondere mit einzubeziehen:

Im Bereich von Kabinen ist das Betriebs- und Wartungspersonal klimatischen Einflüssen ausgesetzt. Bei geöffnetem Schaltschrank können unter bestimmten Bedingungen sogar Niederschläge auf die verbaute Elektrotechnik fallen, was mindestens ein latentes Gefahrenpotenzial darstellt. Kommen daher mehr als 2 Schaltfelder zur Ausführung, sind die Schaltgerätekombinationen in Versorgungstationen unterzubringen.

Ein Erdungssystem, der Ex- und Blitzschutz sowie ein Potenzialausgleich sind dabei richtlinien- bzw. gesetzeskonform zu berücksichtigen.

Die Schaltanlagen und Elektrofelder sind stets ortsnahe und überflutungssicher zu den Pumpen und zum Armaturenschacht zu platzieren, was vordringlich dem Arbeitsschutz und der Betriebssicherheit des Pumpwerks dient. Der Einbruchschutz richtet sich nach den Massgaben der Gebietseinheit, es ist jedoch nach DIN EN 1627 eine Widerstandszeit von mindestens 10 Minuten sicherzustellen.

Es ist eine künstliche Innenbeleuchtung entsprechend dem Verwendungsort und mindestens in Anlehnung an die Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (Artikel 15) zu bemessen.

Weitergehend sind die Vorgaben der Richtlinie 23001-12110 (Normschränke und Kabinen) zu berücksichtigen.

Kabelwege sind kurzzuhalten, um mögliche Einflussfaktoren z. B. bei der Regelung der Pumpen mittels Frequenzumrichter (Converter) so gering wie möglich zu halten.

Werden Versorgungstationen planerisch berücksichtigt, sind passive Be- und Entlüftungen vorzusehen.

Zum Anschluss der Pumpen müssen frühzeitig Überlegungen angestellt werden, auf welchem Wege das/die Pumpenanschlusskabel in die Schaltschrankebene und über den/die Revisionsschalter, der/die in der Versorgungstation verortet sein kann/können, gebracht wird. Entsprechende Leerrohrtrassen mit einzuplanenden Rohrreserven sind anzulegen.

Abgesetzte und zusätzliche Anschlusskästen im Freien sollten bei der Energieversorgung der Pumpen vermieden werden, da diese je nach Montageort ex-geschützt ausgeführt werden müssen und derart gekapselte Anschlussboxen eine Gefahr für Kondensatbildung und damit grundsätzlich eine mögliche Fehlerquelle darstellen. Aus diesem Grund sind vorzugsweise direkte Kabelwege zwischen den Schaltschränken und den Pumpen zu wählen, die den Ex-Schutz-Anforderungen entsprechen (Einsatz von Gasdichtungen). Innerhalb der ex-geschützten Leerrohre können Zugseile o. ä. bereitliegen, um die Kabel im Bedarfsfall hin- und herziehen zu können.

Die Anschlusskabel an den Pumpen sind ausreichend lang auszuführen, damit ein Abklemmen der Maschine beim «Ziehen» und dem seitlichen Lagern vor Ort nicht erforderlich wird.

- Müssen Anschlusskästen vorgesehen werden, sind diese an einer jederzeit gut zugänglichen Stelle, z. B. im Dom-Bereich der Montageluken oder an Geländern nahe zu den Pumpen, zu platzieren. Die hierbei möglichen Einschränkungen (siehe vor) müssen dabei in der betrieblichen Unterhaltung der Anlage in Betracht gezogen werden. Ein Abstieg in den Pumpensumpf zum Erreichen des Anschlusskastens abseits des Pumpenmotors ist in jedem Fall zu vermeiden. Eine weitere Möglichkeit kann die Montage der Anschlusskästen im Armaturenschacht sein. Entsprechendes gilt für den Anschluss der Sensorik und Messtechnik.



Die beschriebenen Anforderungen und Hinweise sind gemäss der Klassifizierung auf mittelgrosse Pumpwerke in sinnvoller Weise zu übertragen (vgl. auch Kapitel 10.3).

Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik

10.2.8 Kleinpumpwerke in Trockenaufstellung

Kleinpumpwerke sind in Trockenaufstellung auszuführen, wenn die Tiefe von der Geländeoberkante bis zur Sohle des Pumpensumpfs 6 Meter überschreitet. Hintergrund sind u. a. alle Überlegungen, die sich auf die regelmässige Kontrolle, Tests und das Warten der Maschinen sowie auf das Retten und Bergen von hilfebedürftigen Personen beziehen. Abweichendes ist im Massnahmen- bzw. Detailprojekt begründet darzulegen. Es wird in diesem Zusammenhang auch auf Kapitel 15 verwiesen (Nassaufstellung).

Um die Baukosten in einem verhältnismässigen Rahmen zu halten, können derartige Anlagen mit platzsparenden, einstufigen und normalsaugenden In-Line-Pumpen in vertikaler oder horizontaler Aufstellung ausgestattet werden.

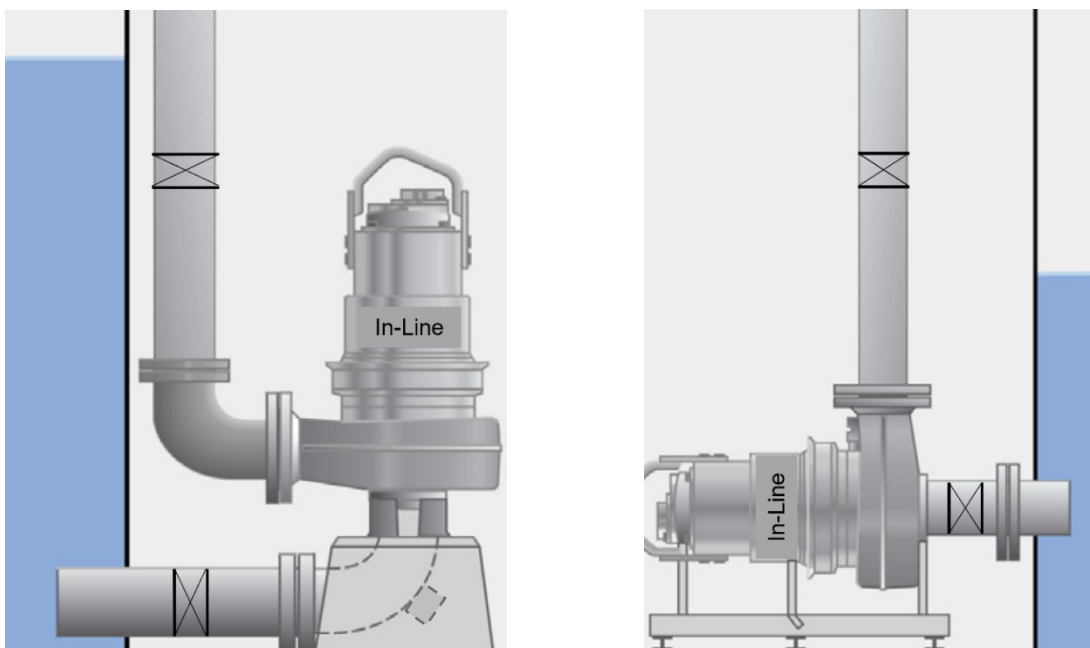


Abbildung 6: Schemata zu möglichen Aufstellarten von In-Line-Pumpen²⁴

Alle Kriterien, die sich auf die konstruktive Ausführung und die weiteren technischen Details in Bezug auf die betriebstechnische Ausrüstung einer solchen Pumpstation beziehen, sind aus den vorherigen und aus den nachfolgenden Kapiteln entsprechend abzuleiten bzw. zu übertragen. Ausserdem ist zu beachten, dass anders als bei riemengetriebenen Pumpen eine ggf. erforderliche Betriebspunktanpassung der bestehenden Pumpe – wenn überhaupt – nur schwer möglich ist.

Saugseitig ist im Zulaufrohrbogen zur Pumpe eine leicht zu öffnende Reinigungsöffnung vorzusehen, die entsprechend der Rohrnennweite einen maximal möglichen Querschnitt aufweist. Bei Pumpen in horizontaler Aufstellung sind im Weiteren die technischen Hinweise unter Kapitel 10.3.2 zu beachten. Bei der Betrachtung der zulässigen Schaltspiele ist Tabelle 4 in den Fokus zu nehmen (mittelgrosse Pumpwerke).

²⁴ Quelle: ITT Water & Wastewater Deutschland GmbH, D-30855 Langenhagen.



Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik

10.3 Mittelgrosse Pumpwerke in Trockenaufstellung

10.3.1 Grundsätzliche Informationen zur Aufstellart

Analog zu Pumpstationen in Nassaufstellung werden bei Pumpwerken mittlerer Grösse in der Regel einstufige, normalsaugende Kreiselpumpen in Trockenaufstellung und mit Riementrieb eingesetzt. Diese Aufstellart lässt mehrere mögliche Anordnungen des Motors zu und hat den Vorteil, dass die gesamte Instandhaltung durch einen einfacheren und gefahrloseren Zugang – deutlich aufwandsärmer als bei Pumpstationen mit Nassaufstellung – durchgeführt werden kann.

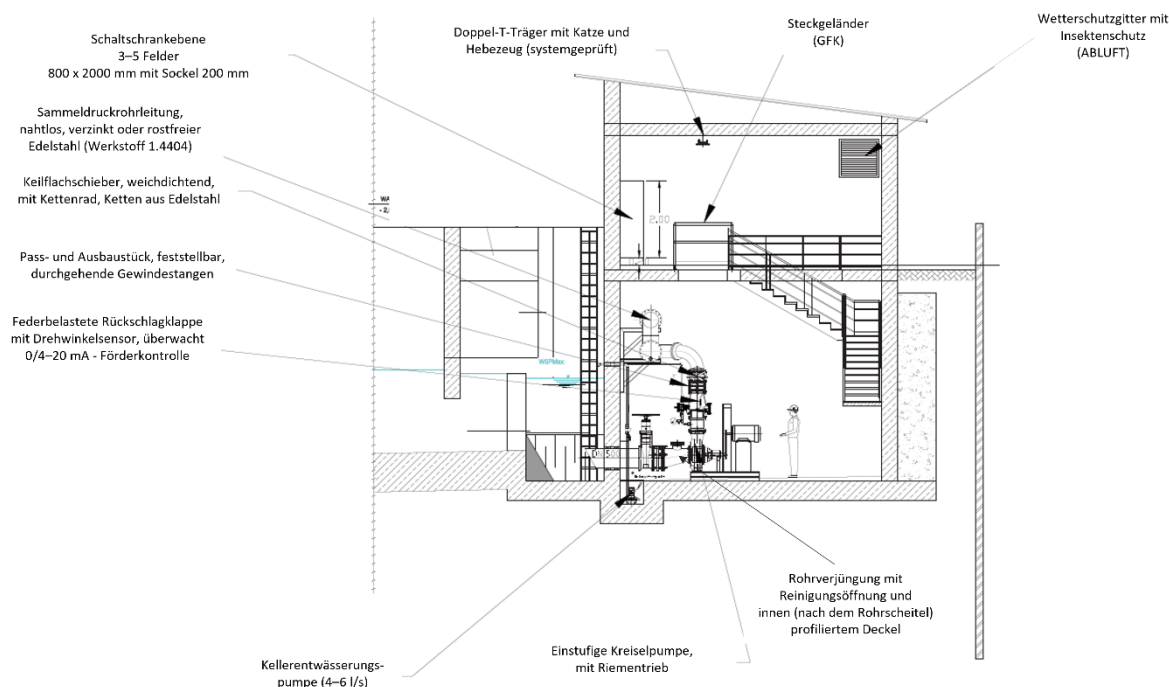


Abbildung 7: Beispielhafte Querschnittansicht einer Pumpstation in Trockenaufstellung²⁵

Die u. a. in den Folgekapiteln beschriebene Saugrohranordnung und Saugrohrüberdeckung weicht mit Bezug auf die Aussagen unter Kapitel 5.1 bewusst von diversen planerischen Empfehlungen verschiedener Pumpenhersteller oder der weiteren Fachliteratur ab. Es kann jedoch festgehalten werden, dass sich diese Herangehensweise zur Dimensionierung eines Pumpwerks in Bezug auf das Fördermedium auch bei anderen Strassenbauverwaltungen (z. B. in Deutschland) bestens bewährt hat und eine hohe Betriebssicherheit bietet.

Allgemeine maschinentechnische Spezifikationen:

- Bezugnehmend auf Kapitel 7 bzw. Anhang 15 wird die Grösse des Maschinenraums (Breite, Tiefe) im Wesentlichen durch die Konstruktionsmasse der ausgewählten Pumpe(n) sowie durch die (notwendigen) Achsabstände zwischen den Saugrohrleitungen bestimmt.
- Der Achsabstand zwischen den Saugrohrleitungen und die Saugrohrüberdeckung sind entscheidend. Auf beide Grössen wird später noch näher eingegangen. Als Orientierungsmassstab kann planerisch in erster Annahme bei den Saugrohren – in Abhängigkeit des Förderstroms – allgemein ein Achsabstand von 1,8 bis 2,3 Meter angenommen werden. Die Saugrohrüberdeckung ermittelt sich über $\frac{1}{2} \cdot v_{\max}^2 / 9,81 \text{ m/s}^2 + 0,2 \dots 0,5 \text{ m}$ (Sicherheitsabstand).
- Die Pumpen sind immer mit einem Grundrahmen auszuführen, welcher ideal schon nach der Fertigstellung des Rohbaus direkt auf der Betonsohle im Maschinenraum befestigt wird und bodengleich mit dem Estrich nivelliert ist. Eine Montage des Grundrahmens auf einem gesonderten Betonsockel kann alternativ auch zu Ausführung kommen. Wichtig ist jedoch immer, dass alle Hohlräume des Grundrahmens mit schwindfreiem Mörtel o. ä. vergossen werden. In diesem Zusammenhang ist auch Kapitel 13.2 zu beachten.

²⁵ Quelle: Planungsbüro wegitec, D-57368 Lennestadt.



- Die Pumpen sind mit aufgesatteltem Motor und Riemenantrieb auszuführen. Diese Betriebsweise hat den Vorteil, dass im Bedarfsfall i. d. R. eine schnelle und aufwandsarme Fördermengenanpassung durch das Verändern des Übersetzungsverhältnisses und – in den Grenzen der elektrischen Antriebseinheit – auf einfachem Wege bei der Bestandspumpe möglich ist.
- Die Befestigung des Motors muss so ausgeführt sein, dass dieser weitgehend aufwandsarm vom Tragrahmen abgenommen werden kann.
- Bei der Verlegung, Anordnung und Verankerung und dem Abfangen der Rohrleitungen muss planerisch sichergestellt werden, dass keine Kräfte oder Auflasten auf die Pumpen übertragen werden, die über die zulässige Lastaufnahme hinausgehen. Es empfiehlt sich generell, einen spannungsfreien Anschluss des Druckstutzens statisch-konstruktiv sicherzustellen.
- Die Rohrleitungen sind innerhalb des BG in möglichst kurzen Einzellängen aufzubauen, was sich insbesondere auf die Sammeldruckrohrleitung bezieht. Im gesamten Rohrleitungssystem ist – mit Blick auf die spätere Montage – vorzugsweise auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Los- und Festflanschen zu achten. Mit Blick auf die i. d. R. hohen statischen Anforderungen bei den Rohrkonsolen und Druckstutzen der Pumpen ist die Sammeldruckrohrleitung in Verbindung mit entsprechend kurzen Einzeldruckrohrleitungen prinzipiell im Maschinenraum anzuordnen und von dort über Rohrbögen weiterzuführen.
- Rohrauflagen und Rohrschellen etc. sind statisch-konstruktiv in der Art zu dimensionieren, dass mit Bezug auf den möglichen Drehzahlbereich der Pumpen keine Eigenschwingungen entstehen können. Dies gilt insbesondere bei Verwendung von Edelstahlrohrleitungen (geringere Rohrwandstärken) und/oder beim (gleichzeitigen) Einsatz eines Einschaufelrads (höheres Unwuchtverhalten, geringere Wuchtgüte).
- Eine von einem unabhängigen Statiker geprüfte Statik ist allgemein im Rahmen der Ausschreibung für die Rohrwiderlager etc. zu fordern. Alternativ kann entsprechendes bereits durch die beauftragten Planenden bzw. in früheren Projektphasen erfolgen, wobei in diesem Fall das Vier-Augen-Prinzip zu wahren ist.

Allgemeine bautechnische und sicherheitstechnische Hinweise:

- Einer möglichen Taupunktproblematik ist beim Dachaufbau und bei der Ausgestaltung der Wände etc. durch möglichst einfache bauphysikalische Massnahmen entgegenzuwirken.
- Der Zugang in die Pumpstation ist durch eine massive Doppelflügeltür mit einer lichten Weite von ca. 1,8 x 2,1 Meter auszuführen. Wie Einbruchüberwachung und Zugangskontrolle konkret umzusetzen sind, wird über das Sicherheitskonzept der Gebietseinheiten festgelegt. Es ist jedoch nach DIN EN 1672 eine Widerstandszeit von mindestens 10 Minuten sicherzustellen.
- In Pumpstationen mit Trockenaufstellung werden die Maschinen in einem zum Teil mehrere Stockwerke tief gelegenen Maschinenraum aufgestellt. Der Zugang in das Betriebsgebäude der Anlage stellt damit das EG dar, in dem unter anderem auch die elektrischen Schaltanlagen – überflutungssicher – untergebracht werden (müssen).
- Oberhalb des Maschinenraums sind Montageöffnungen vorzusehen, die den gesamten Installationsbereich der Maschinen abdecken.
- Die Montageöffnungen im EG sind z. B. mit klappbaren Gitterrosten oder Riffelblechen aus rostfreiem Edelstahl (Korrosionswiderstandsklasse II, alternativ feuerverzinkt) sowie durch ein umlaufendes Geländer aus Kunststoff bzw. GFK (Gewichtersparnis²⁶), welches ausschliesslich in gesteckter Ausführung vorzusehen ist, zu sichern. Alle Belange des Arbeitsschutzes (Brüstungshöhe) sind hierbei sicherzustellen. Für die Lagerung des Geländers sind an den Wandflächen (Platzersparnis) des EG entsprechende Freiräume sicherzustellen.
- Zu berücksichtigen ist in dieser Hinsicht auch der Platzbedarf der Treppenanlage und der Zwischenpodeste, die vom Erdgeschoss (EG) in den Maschinenraum (UG) führen. Verunfallte bzw. verletzte Personen auf Tragen müssen jederzeit über die Treppenanlage und/oder an offenen Schaltschränken vorbeitransportiert werden können. Bei der Platz- und Raumbemessung sind also auch mögliche Konfliktpunkte zwischen einer geöffneten Schaltschranktür und dem umlaufenden Geländer im Bereich der Montageöffnung (EG) zu beachten.
- Bei der Planung der Freiräume zwischen den Spiralgehäusen der Pumpen usw. sind die arbeitsschutzrechtlichen Belange hinreichend zu beachten. Wichtig ist dabei ebenfalls der Abstand zwischen der Hinterkante des Motors und z. B. einer dahinter befindlichen Treppe. Bewegungsfreiräume von 0,9 bis 1,0 Meter müssen in beiden Fällen vorhanden sein.

²⁶ Die Benutzung des Geländers durch das Wartungspersonal sollte dadurch auf eine höhere Akzeptanz stossen.



- Zur Entwässerung des Maschinenraums ist an der rechten oder linken Seite der Wand zum Saugraum eine Kellerentwässerung (Abmessung von ca. 0,5 x 0,5 x 0,5 Meter) vorzusehen. Die Baugrösse ist als Orientierungswert zu verstehen, sie richtet sich nach den Konstruktionsmassen der Kellerentwässerungspumpe, die von den Planenden berücksichtigt wird. Die Energieversorgung für die Kellerentwässerungspumpe ist stets aus dem darüber liegenden Geschoss zu realisieren, sodass zur Pumpe nur ein längswasserdichtes Kabel ohne weitere Kupplungen geführt wird. Diese Anschlussart sollte in der Ausführungsplanung erschöpfend beschrieben sein.
- In den weiteren Geschossebenen können die Geländer aus Edelstahl oder alternativ verzinktem Rohr als Festinstallation ausgeführt werden.
- Der Fussboden im Maschinenraum (UG) muss rutschsicher ausgestaltet werden und gut reinigungsfähig sein. Hierzu können z. B. Fliesen in den Massen 200 x 100 x 20 mm und mit Haftbeiwert R 11 bis R 12 auf den Estrich verlegt werden. Entsprechendes gilt für die Treppenanlage, hier kann ggf. auf Fliesen verzichtet werden. Dazu kann sie auch als Gitterrost-Treppe o. ä. konstruiert sein.
- Tropf- oder Reinigungswasser im Maschinenraum ist idealerweise über eine vor den Saugrohren angeordnete betonierte Sammelrinne zu fassen und dem Pumpensumpf der Kellerentwässerung zuzuführen. Längs- und Quergefälle müssen entsprechend bei den bautechnischen Planungen Berücksichtigung finden.
- Die Be- und Entlüftung des Betriebsgebäudes ist, da es wie die Versorgungsstation keinen Dauerarbeitsplatz darstellt, vorzugsweise durch natürliche Konvektion (Wetterschutzgitter, Lütte) sicherzustellen.

10.3.2 Technische Besonderheiten und Anforderungen an Pumpen in Trockenaufstellung

Wie auch bei den Pumpen in Nassaufstellung stellt sich im Zusammenhang mit der vorzuhaltenden Anzahl an Maschinen die Frage nach dem erforderlichen Nutzvolumen (V_{Nutz}) und dem/den zulässigen bzw. optimierten Schaltspiel(en) der Pumpen (Schutz vor thermischer Überlastung des Motors).

Es ist zu erwarten, dass die in dieser Projektierungshilfe genannten Schaltspiele von den zulässigen Schaltspielen der diversen Pumpenhersteller abweichen, jedoch wurden diese bewusst und mit Bezug auf die Aussagen unter Kapitel 6.2 reduziert und gestaffelt angelegt. Sofern projektspezifische Belange nicht dagegensprechen, sind die nachfolgend beschriebenen Schaltspiele als gute und praxiserprobte Intervallvorgabe anzuwenden. Abweichendes ist im Massnahmen- bzw. Detailprojekt zu begründen.

Elektrische Nennleistung Motor (P_N)			Optimierte Schaltspiele/h
bis		7,5 kW	10 bis 12
> 7,5 kW	bis	22 kW	9
> 22 kW	bis	37 kW	8
> 37 kW			7 bis 6

Tabelle 4: Orientierungswerte anzustrebender Schaltspiele bei Pumpen mit Trockenaufstellung²⁷

Zudem sind im Wesentlichen die folgenden technischen Anforderungen an die Pumpen zu stellen:

- Die Pumpe ist in Prozessbauweise aus EN-GJL-250 (auch Druckdeckel) auszuführen; der Ausbau des Läufers und der Schleisswand muss ohne das Lösen der Rohrleitung möglich sein.
- Der Pumpeneinbauraum für die Gleitringdichtung (GLRD) muss nach EN 12756 konstruiert sein (siehe auch nachfolgend).
- Die Schleisswände und/oder Spaltringe beidseits des Laufrads sind in verschleissfester Ausführung auszuführen (Hartguss EN-JN 3029), alternativ aus verschleissfestem Material (Grauguss, EN-GJL-250, Duplex-Stahl); alle abriebgefährdeten Teile der Pumpe müssen zudem auswechselbar sein (Schleisswände, Spaltringe, Wellenschutzhülse).
- Das Laufrad besteht aus Grauguss (JL1040, GG 25), ggf. mit Beschichtungssystem gemäss der Korrosivitätskategorie C5 (DIN EN ISO 12994-2).
- Die Oberflächenvorbereitung erfolgt nach den geltenden Festlegungen in der DIN EN ISO 12944-4 sowie in Verbindung mit ISO 8501 und DIN EN ISO 8503.
- Der Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ nach DIN EN ISO 12944-4 ist sicherzustellen.

²⁷ Die tatsächlich zulässigen Schaltspiele sind vorsorglich nochmals mit dem Hersteller der planerisch berücksichtigten Pumpe abzustimmen.



- Bei einem Laufrad mit Drehzahl $n > 1'000 \text{ min}^{-1}$ sind immer an den Schaufelkanten gehärtete bzw. als Hartguss ausgeführte Laufräder zu wählen (Werkstoff G-X300CrMo15-3 (0.9635), HR_c 60–65, wahlweise kann auch HR_c 54 akzeptiert werden, was jedoch planerisch abzuschätzen ist). Bei hohen Sandfrachten kann dies auch bei Drehzahlen $< 1'000 \text{ min}^{-1}$ erforderlich werden.
- Je Pumpe muss am Spiralgehäuse eine Reinigungsöffnung in der Grösse des maximal möglichen Kugeldurchgangs vorhanden sein. Saugseitig, unmittelbar vor der Pumpe im Zulaufstück, ist eine Reinigungsöffnung (Sattelstutzen) vorzusehen, die mindestens der Grösse der saugseitigen Nennweite entspricht.
- Die Welle besteht aus ferritischem Chromstahl, z. B. 1.4021. Bei hohen Ansprüchen an die Korrosionswiderstandsfähigkeit oder besonders hohen Verschleisserwartungen können höher legierte Duplex-Stähle (1.4517 oder 1.4593) erforderlich werden.
- Die Wellenabdichtung weist folgende Eigenschaften auf: einfachwirkend, mediumseitig mit drehrichtungsunabhängiger Gleitringdichtung (GLRD), mit statischer Komponente und stationärem Bauprinzip (abgedeckte sowie druckentlastete Befederung ausserhalb des Mediums), Nebendichtungen aus Fluorkautschuk (FKM/z. B. Viton), Werkstoffgehäuse aus Duplex-Stahl 1.4462, Federpaket mit Federn aus austenitischer Nickel-Molybdän-Chrom-Legierung (2.4610) mit Verdrehsicherung, geeignet für einen Einbauraum nach EN 12756, Gleitflächen mediumseitig vollständig aus Siliziumkarbid (SiC/SiC) – diamantveredelt bei $n > 1'000 \text{ min}^{-1}$.
- Lebensdauer geschmierte Lager mit einer nominellen Lebensdauer (L_{10h}) von mindestens 20'000 Betriebsstunden.
- Konstruktiv ausreichende Dimensionierung des Lagerstuhls, sodass dieser bei Bedarf zusätzliche Schwungmassen aufnehmen kann; generell ist die Pumpenriemenscheibe immer als Vollscheibe zu fordern/auszuschreiben.
- Jede Pumpe ist mit einer Entlüftungsleitung in der Nennweite 1" bis 2" und mit einem manuellen Absperrventil zu versehen. Die Leitung ist über den höchstmöglichen Wasserstand²⁸ im Pumpensumpf zu führen.
- Saugseitig ist (z. B. auf dem FFR-Stück) ein glyzeringefülltes Mano-Vakuummeter (Ø min. 160 mm, gedämpft) mit verstärktem Zeigerwerk vorzusehen, welches zur Entlastung des Zeigerwerks mit einem Dreibege- oder Druckknopfhahn aus Edelstahl auszustatten ist. Entsprechend der zu erwartenden Förderhöhe sind Skalierung und Anzeigebereich des Manometers zu wählen.
- Im Bereich des Druckstutzens der Pumpe ist an der Entlüftungsleitung ebenfalls ein glyzeringefülltes Manometer (Ø min. 160 mm, gedämpft) mit verstärktem Zeigerwerk vorzusehen. Es gelten im Weiteren alle Anforderungen wie auf der Saugseite.
- Im unteren Bereich des Spiralgehäuses (unterhalb des Saugstutzens) ist die Verschlusschraube gegen einen Kugelhahn mit mindestens 1"-Schlauchanschluss zum kontrollierten Ablassen des Wassers aus dem Spiralgehäuse auszutauschen (meist optionale Sonderausstattung).
- Korrosionsschutz und Beschichtung: Siehe hierzu Kapitel 11.6.

Adaption von Pumpwerken mit Trockenaufstellung im Bestand:

Bei der Reparatur von Pumpen mit Stopfbuchspackungen und Wellenschutzhülsen im Bestand sind folgende Anforderungen zu beachten:

- Wellenschutzhülse hochabriebfest, Werkstoff 1.4138 (GX120CrMo29-2) oder in technisch vergleichbarer Ausführung.
- Stopfbuchse und Stehbolzen bestehen aus nicht rostendem Stahl (KWK III, 1.4401/1.4404 o. glw.), Mutter für die Stehbolzen aus Messing (MS).
- Achtung: Pumpen mit Stopfbuchspackung können nicht stufenlos über eine Frequenzumrichtung betrieben werden, die Dichtheit bzw. das zulässige Tropfverhalten der Packung ist immer nur bei einer Drehzahl gewährleistet.

Im Rahmen einer anstehenden Reparatur ist zu prüfen, ob die Pumpen von Stopfbuchspackung auf Gleitringdichtung umgebaut werden können, um den zukünftigen Unterhaltungsaufwand zu minimieren.

²⁸ Der höchstmögliche Wasserstand steht mit dem Wasserspiegel im Sumpf in Verbindung, bei dem der Rückstau im (Strecken-) Kanalnetz u. U. zu einer beginnenden Fahrbahnüberflutung führt.



10.3.3 Gängige Aufstellarten bei Pumpen in Trockenaufstellung mit Riementrieb

Vorzugsweise sollen normalsaugende Kreiselpumpen in horizontaler Trockenaufstellung mit aufgesatteltem Antriebsmotor zum Einsatz kommen. Die Kraftübertragung erfolgt über Keilriemen.

Das Übersetzungsverhältnis von Pumpe zum Antriebsmotor darf mit Bezug auf den

Umschlingungswinkel 1 : 1,8

nicht überschreiten.

Durch den Riementrieb ergeben sich – in Abhängigkeit der erforderlichen Pumpen-/Motorbaugrösse – schematisch folgende mögliche Aufstellvarianten:

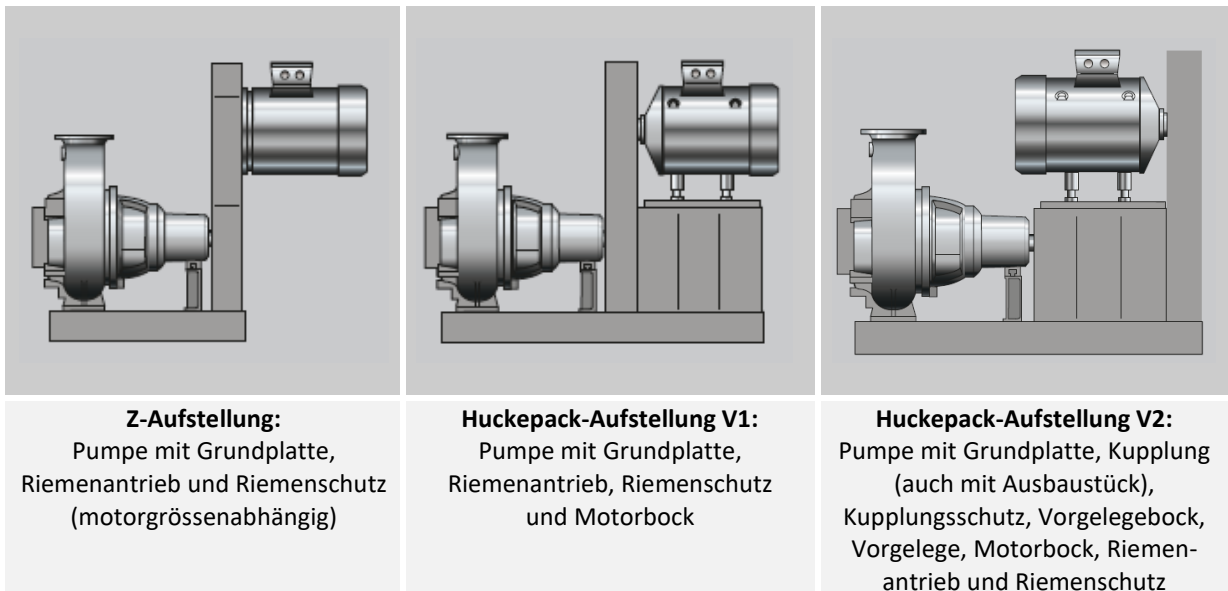


Abbildung 8: Schematische Darstellung möglicher Aufstellvarianten bei Pumpen mit Riementrieb

Durch den Keilriemenantrieb ist jederzeit eine Veränderung der Förderdaten in bestimmten Grenzen (manometrische Förderhöhe « h_{man} » und Fördermenge « Q ») durch eine Anpassung des Übersetzungsverhältnisses bei 50 Hz Netzfrequenz (Austausch der Keilriemenscheiben) i. d. R. aufwandsarm bei der Bestandspumpe möglich.

Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik, Bau

10.3.4 Bauliche Gestaltung des Saugraums sowie Anordnung der Saugrohre

Die Gestaltung des Saugraums (Pumpensumpf) hat eine doppelt wichtige Bedeutung. Zum einen sollen die mit dem Zulaufwasser eingetragenen abrasiven Bestandteile gleichmässig so verteilt werden, dass ein wesentlicher Teil der Sedimente (Schlamm, Sand) bzw. Fluidbeimengungen mitgefördert werden. Um dies zu erreichen und um die Energie des Eintrittsimpulses im Zulaufbereich abzuschwächen, müssen – in Abhängigkeit des Förderstroms der grössten Einzelpumpe, der Ausrichtung und der Lage des Zulaufs und der Absturzhöhe – Prallplatten oder sogenannte Balkone bzw. Trennwände im Einleitungsbereich des Saugraums vorgesehen werden. Balkone o. ä. (vgl. Anhang 6) sind insbesondere bei mehreren und/oder seitlichen bzw. aussermittigen Zuflüssen in den Pumpensumpf vorzusehen. Ein Balkon oder eine Trennwand sollte allgemein bei $Q_{\text{Zu}}/Q_{\text{Pumpe}} > 250 \text{ l/s}$ zur Ausführung kommen. Bei Zuflüssen oder Fördermengen, die darunterliegen, sind Prallplatten – zur leichteren Montage/Demontage ideal zweigeteilt – vorzusehen.

Der Vorteil der vorgenannten Konstruktionen ist, dass durch die Profilierungen und die Verteilung des zulaufenden Wassers die Fluidbeimengungen gleichmässiger verteilt werden können.

Hierzu folgende Anmerkungen:

- Während eine Prallplatte die Eintrittsenergie des Zuflussstroms deutlich reduziert, ist ein wesentlicher Zusatzeffekt von Balkonen und Trennwänden, dass neben der Ausgestaltung einer Beruhigungsstrecke die eingangs schon erwähnte, gleichmässige Verteilung der Sedimente im Pumpensumpf erfolgen kann und die Fluidbeimengungen besser über die jeweils in Betrieb befindliche(n) Pumpe(n) mitgefördert werden. In diesem Zusammenhang sind auch folgende Punkte zu berücksichtigen:
- Sohlnahe Anordnung der unter ca. 75° angeschnittenen Saugrohre (Winkelbezug: Rohrsohle).



- Zulauf in den Pumpensumpf idealerweise nahe der Sohle und vorzugsweise von vorn.
- Begrenzung der Zuflussgeschwindigkeit im Zulaufrohr auf maximal 1,2 m/s.

Der nachfolgend skizzierte Abstand zwischen den Saugrohren erfordert aus verschiedenen Gründen i. d. R. ebenfalls Trennsplitters. Ihre Geometrie kann aus Abbildung 3 entnommen werden, während sich die Höhe bei Pumpen in Trockenaufstellung im Allgemeinen an der Rohrscheitelhöhe des Saugrohrs orientiert. Alle in den folgenden Kapiteln dargestellten Mass- und Mengenangaben beziehen sich auf das Fördervolumen der grössten Einzelpumpe.

Ist also mit einer Mehrfördermenge im Einzelbetrieb zu rechnen, so ist diese allgemein nicht in die Betrachtung mit einzubeziehen, solange sie $\leq 15\%$ beträgt. Darüber liegende Werte sind mit Bezug auf Anhang 5 zu berücksichtigen; es gilt bei Zwischenwerten der nächsthöhere Tabellenwert zu berücksichtigen.

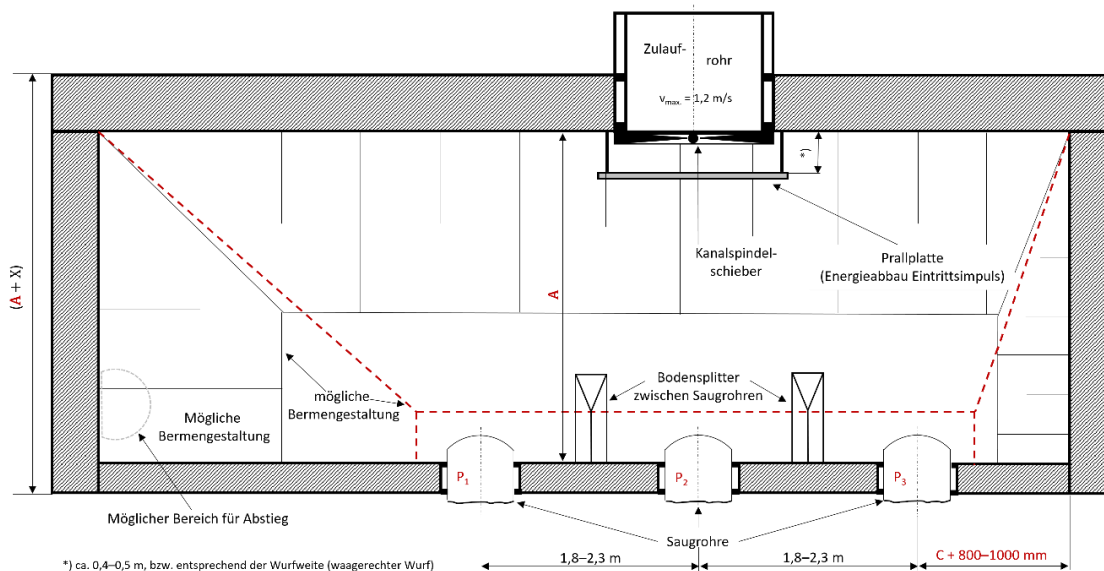


Abbildung 9: Schematische Draufsicht eines Pumpensumpfs mit Prallplatte ($Q_{\text{Pumpe}} \leq 250 \text{ l/s}$) bei frontalem Zufluss

Die Gesamtkonstruktion einer Prallplatte ist aus rostfreiem Edelstahl (KWK III) oder Duplex-Stahl (1.4462, KWK IV) herzustellen, wobei eine Blechstärke von 8 bis 10 mm in der Regel sinnvoll ist. Eine Verankerung der Platte mittels Vierpunktbefestigung und Schwerlastanker ist zu empfehlen. Der Wand- bzw. Rohrabstand der unteren Befestigungspunkte sollte bei ca. 80 % des oberen Abstands liegen, d. h. die Prallplatte wird nicht lotrecht angebracht, sondern hat eine nach unten geführte Neigung zum Zulaufrohr hin.

Liegt der Förderstrom der grössten Einzelpumpe bei $\leq 250 \text{ l/s}$ ($P_{II} \leq 500 \text{ l/s}$) und kommt es durch die topografische Anordnung des Zulaufrohrs zu einem Absturz des zufließenden Wassers auf den Dauerwasserspiegel von $\geq 1,5 \text{ Meter}$ und/oder münden mehrere Zuflüsse in den Pumpensumpf, sind ebenfalls konstruktive Sondermassnahmen in Form eines Balkons zu empfehlen. In Abhängigkeit der Zulaufsituation überspannt dieser sogar die gesamte Breite des Sumpfes.

Bei bodennaher Anordnung des Zulaufrohrs oder einem Rohrsohlenniveau (Zulauf) $< 1,1 \text{ Meter}$ über Sohle Pumpensumpf und/oder dem Einmünden mehrerer Zuflüsse mit vergleichbarem Rohrsohlenniveau ist allgemein einer Trennwand der Vorzug zu geben. Beispiele zu den genannten Konstruktionen sind dem Anhang 6 zu entnehmen.



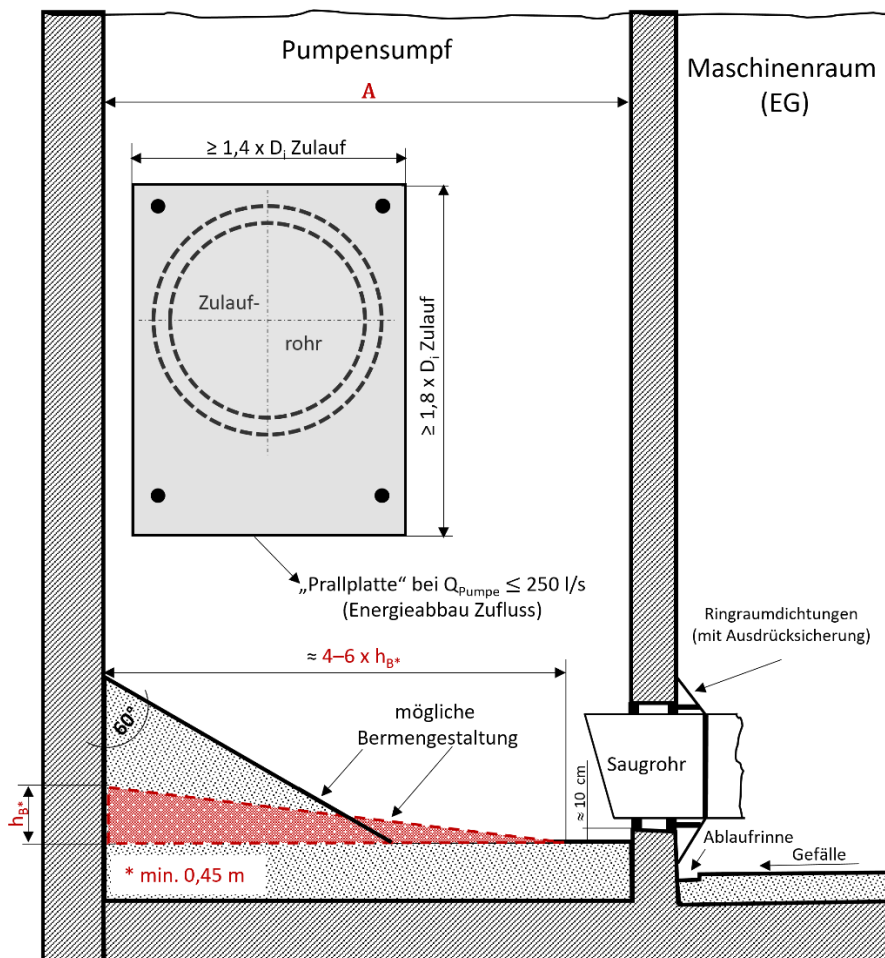


Abbildung 10: Schematischer Querschnitt eines Pumpensumpfs mit Prallplatte bei seitlichem Zufluss

Wie auch die Prallplatte haben Balkone und Trennwände die Bewandtnis, den Eintrittsimpuls des zufließenden Wassers stark zu reduzieren, übermäßig hohe Lufteinträge und sich ausbildende Wirbelstrukturen zu vermindern bzw. zu vermeiden sowie die Fluidbeimengungen ideal im Pumpensumpf und vor dem Ansaugbereich der Pumpen zu verteilen.

Die in Abbildung 9 und Abbildung 10 gezeigten Größen zur Gestaltung des Pumpensumpfs sind Richtwerte. Es ist möglich, dass projektspezifisch hiervon abgewichen werden muss. Weiteres ist Anhang 5 und Anhang 6 zu entnehmen.



10.4 Grosspumpwerke (Rohrschachtpumpen)

10.4.1 Grundsätzliches zum Pumpentyp

Unter der Betrachtung des Gesamtförderstroms wird die Kategorie Grosspumpwerke ab einer Gesamtfördermenge von $> 1'300 \text{ l/s}$ erlangt. Ab dieser Fördermenge ist mindestens prüfend in Erwägung zu ziehen, das Wasser über Rohrschachtpumpen zu fördern. Bei den Planungen ist dabei mit Blick auf das zu fördernde Medium (Strassenoberflächenwasser) vorzugsweise der Einsatz eines Kanalarads (K-Rad) in den Fokus der Planung zu stellen.

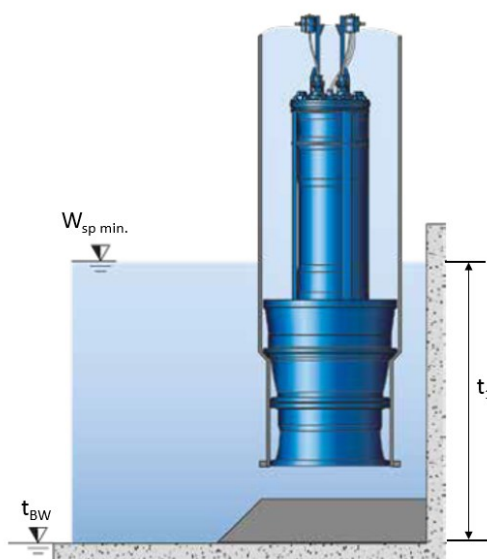
Die Vielfalt der Anordnung von Rohrschachtpumpen in einem Saugraum sowie auch die Gestaltung des Zuflussbereichs sind umfassend. Aufgrund der Vielfältigkeit bei der Anlagengestaltung können im Folgenden nur allgemeine Hinweise, Standardbeispiele und Empfehlungen wiedergegeben werden.

10.4.2 Anforderungen an Rohrschachtpumpen

Durch die Aufstellart der Rohrschachtpumpen ist es möglich, das Strassenoberflächenwasser direkt aus dem freien Auslauf des Rohrschachts in eine Regenwasserbehandlungsanlage oder in die Vorflut zu fördern. Üblich ist auch, dass am Rohrschacht ein Über- oder Unterflurrohrstutzen angebracht ist, durch den über eine weiterführende Druckrohrleitung das Wasser bis zum Übergabepunkt gefördert wird.

Durch Rohrschachtpumpen können grosse Fördermengen realisiert werden. Je nach Wahl des Laufradtyps ergeben sich dabei Förderhöhen zwischen 10 und 50 Metern. Wichtig ist jedoch, dass bei der Auslegung einer Rohrschachtpumpe die erlaubten Wasserstandsunterschiede, welche vom Volumenstrom und der Gestaltung der Einlaufkammer abhängig sind, sehr genau betrachtet werden müssen. Der minimal zulässige Wasserstand in der Einlaufkammer darf zur Vermeidung von Wirbelstrukturen bzw. schadhaften Oberflächenwirbeln nie unterschritten werden.

Die Mindestwasserstände sind allgemein stark an den Hersteller der Pumpe gebunden, können sich also unterscheiden. Genaue Daten müssen daher über die in Frage kommenden Hersteller angefragt werden. Als Anhaltspunkt kann jedoch gesagt werden, dass bei einem Gesamtvolumenstrom/Pumpe von $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ bis $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ Mindestwasserstände ($W_{\text{sp. min.}}$) von 1,5 bis 3,0 Metern eingehalten werden müssen.



$W_{\text{sp. min.}}$: Minimal zulässiger Wasserspiegel

t_1 : Entspricht in Abhängigkeit des Volumenstroms der Pumpe dem erforderlichen Mindestwasserstand

t_{BW} : Erforderliche Bauwerkstiefe

Abbildung 11: Grafische Darstellung zum Mindestwasserstand bei Rohrschachtpumpen, mit Bodenrippe²⁹

Über den Mindestwasserstand t_1 lässt sich mit dem zu erwartenden minimalen Wasserspiegel die erforderliche Bauwerkstiefe ermitteln (siehe Abbildung 11). Der Mindestwasserstand muss mit Bezug auf die Pumpen- und Laufradgrösse sowie auf die Fördermenge über die Baureihenhefte der Pumpenhersteller oder direkt über den Pumpenhersteller individuell bestimmt werden.

²⁹ Quelle: KSB-Aktiengesellschaft, D-06110 Halle (Saale).



Die Sohltiefe der Einlaufkammer bzw. des Bauwerks entspricht damit zu $t_{\text{Sohle}} = \text{WSP}_{\text{min.}} - t_1$.

Rohrschachtpumpen reagieren allgemein empfindlich in Bezug auf eine gestörte Anströmung. Ein diffus auf die Pumpen treffender Zuflussstrom sowie die schon erwähnten negativ einwirkenden Wirbel und Lufteinträge führen oft zu einer unsymmetrischen Belastung des Laufrads mit der Folge, dass Schwingungen, Geräusche und ein schlechteres Förderverhalten bei gleichzeitig steigendem Energiebedarf auftreten. Kapitale Schäden können auch dann mindestens mittel- bis langfristig entstehen, wenn die baulich-konstruktive Gestaltung der Anlage nicht einer sorgfältigen Planung unterliegt.

Neben der Laufradüberdeckung ist auch der NPSH-Wert der Pumpe im Betriebspunkt für die erforderliche Wasserstandshöhe bedeutsam. Die Bedingung

$$\text{NPSH}_{\text{Anlage}} > \text{NPSH}_{\text{Pumpe}} + 1,0 \text{ m Sicherheitszuschlag}$$

muss ebenfalls sichergestellt werden. Dies bedeutet, das Mass für t_1 (vgl. Abbildung 11) muss immer dann durch den entsprechenden Differenzbetrag erhöht werden, wenn die vorgenannte Bedingung nicht erreicht wird.

Der Austrittsdurchmesser (Rohrschacht oder Druckrohrleitung) sollte so dimensioniert werden, dass sich eine Strömungsgeschwindigkeit von 2,0 bis maximal 3,0 m/s einstellt. Höhere Strömungsgeschwindigkeiten sind zu vermeiden.

Wurde die Anlagenkennlinie ermittelt, ist diese – wie auch bei den beiden anderen genannten Pumpen-Klassifizierungen – mit der Pumpenkennlinie der ausgewählten Maschine in Zusammenhang zu bringen, um sicherzustellen, dass die ausgewählte Pumpe bei allen sich ergebenden Betriebspunkten (Schnittpunkte der beiden Linien) in einem betriebssicheren Bereich liegt.

Wie auch bei nass oder trocken aufgestellten Pumpen ist beim Q/h-Verhältnis der Bestbereich auf der Kennlinie anzustreben, mindestens jedoch ein Betriebspunkt, der deutlich im zulässigen Arbeitsbereich der Pumpe liegt. Dies ist vor dem Hintergrund von Bedeutung, da bei dieser Auslegung der geringste Verschleiss bei der Pumpe zu erwarten ist.

Ist geplant, das Fördern des Oberflächenwassers über zwei oder auch über mehrere Pumpen parallel zu realisieren, die in eine gemeinsame Sammeldruckrohrleitung einleiten und zudem über eine Frequenzumrichtung betrieben werden, sollten alle Pumpen mit derselben Drehzahl betrieben werden, um eine gegenseitige Beeinflussung der Maschinen durch eine erzwungene Teillast zu verhindern.

Im übertragenen Sinne entsprechen die technischen Anforderungen bei Rohrschachtpumpen denen der nass oder trocken aufgestellten Pumpen (vgl. u. a. Kapitel 10.2.6). Des Weiteren sind noch folgende technische Besonderheiten zu beachten:

- Wandstärke Rohrschacht $\approx 10 \%$ des Rohrschachtinnendurchmessers (NÄHERUNGSWERT).
- Längswasserdichte(s) Anschlusskabel/Kabeleinführung (Pumpenanschlusskabel).
- Anschlussadern mit Zinn verlötet und mit Harz vergossen.
- Abfangen des Kabels im Rohrschacht oder oberhalb des Rohrschachts (Eigengewicht Kabel).
- Vorsehen verspannter Kabeltragseile zum präventiven Schutz des Anschlusskabels, ggf. mit geteiltem Schachtdeckel auf dem Rohrschacht zum Befestigen der Seilverspannung.
- Vorsehen radialer Stützen im Rohrschacht zur Zentrierung und Fixierung des Anschlusskabels.
- Pumpe muss durch ihr Eigengewicht in der Dichtung am unteren Widerlager im Rohrschacht fest aufliegen.
- Abschätzen der Kabel- und Tragseillänge sowie der Anzahl radialer Stützkörper zur Auswahl des einzusetzenden Kranwagens (Hubhöhe).

Mit Blick auf das Generieren und die Übertragung von Betriebs- bzw. Störmeldungen lehnen sich Rohrschachtpumpen stark den Pumpen in Nassaufstellung an. Sinnvoll ist auch, dass die Lagertemperatur über entsprechende Sensoren überwacht wird. Hierzu müssen dann entsprechende Störmeldungen generiert werden.

Ein Öl- oder Leckage-Sensor ist – wie auch bei den Pumpen in Nassaufstellung – obligatorisch. Dazu sollte in der Kammer, in der sich die Gleitringdichtung (GLRD) befindet, ein Schwimmerschalter vorgesehen werden, um Leckagen an den Dichtelementen rechtzeitig erkennen zu können. Auch hierbei müssen gesonderte Störmeldungen generiert werden. Die Qualität der GLRD entspricht der bei nass aufgestellten Pumpen.



Dadurch, dass bei der Förderung das Medium immer den Motor der Pumpe umgibt, kann eine Überhitzung des Antriebs im Grunde ausgeschlossen werden. Inwieweit Rohrschachtpumpen in Ex-Schutz-Ausführung konfektioniert sein müssen, ist über das Ex-Schutz-Dokument zu bestimmen.

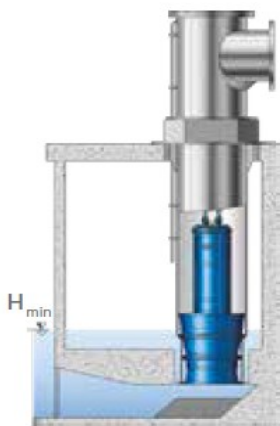
Mit Betrachtung der Klassifizierung und den damit korrespondierenden Zuflussströmen ($> 1'000 \text{ l/s}$) sind Rohrschachtpumpen allgemein so auszulegen, dass eine Pumpe die Gesamtmenge fördert. Eine zweite, identische Pumpe dient auch hier als Redundanz (100 %). Ein Parallelbetrieb mit zwei oder mehr Maschinen ist aus dem Projekt heraus abzuwägen. Alle Pumpen sind in diesem Fall in einer alternierenden Anlaufvertauschung zu nehmen (vgl. u. a. Kapitel 14 ff).

Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik, Bau

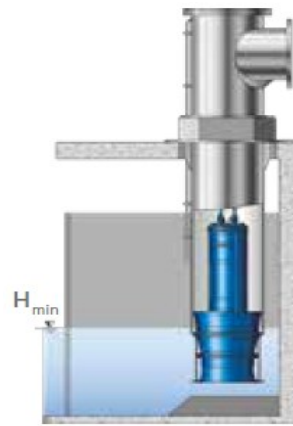
10.4.3 Varianten der Bauwerksgestaltung bei Rohrschachtpumpen

Die meisten Hersteller von Rohrschachtpumpen bieten im Grunde eine flexible Rohrschachtgestaltung an. Damit steigt für die Planenden auch die Variantenvielfalt in Bezug auf die Bauwerksgegebenheiten und versetzt diese in die Lage, den Gesamtaufbau der Anlage über mehrere Lösungen zu erreichen. Dennoch ist eine funktionale Bauwerksgestaltung überwiegend von den Zufluss- und den sonstigen Rand- und Einsatzbedingungen geprägt.

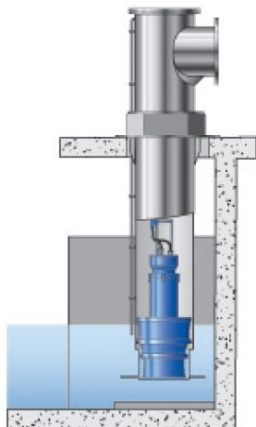
Die wesentlichen Themen bei der Bauwerksgestaltung sind eine systemgerechte Zuströmung in den Pumpensumpf sowie eine störungsfreie Anströmung der Maschinen. Dazu kommt es auf die Saugraumkonturen an, durch deren Gestaltung auch Wirbelzonen und Totbereiche vermieden werden müssen.



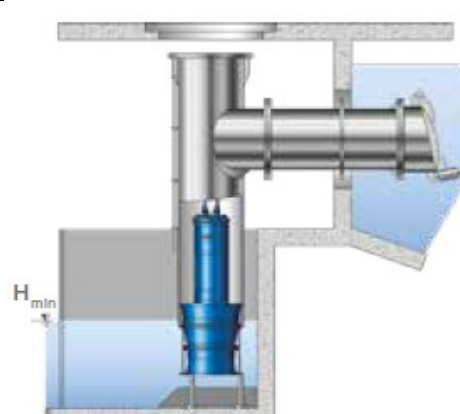
Rohrschacht mit Überflurdruckstutzen und gedeckter Einlaufkammer



Rohrschacht mit Überflurdruckstutzen und offener Einlaufkammer



Rohrschacht mit Überflurdruckstutzen und Saugschirm
Rohrschacht mit freiem Auslauf (V1)



Rohrschacht mit Unterflurdruckstutzen, überfahrbar
Rohrschacht mit freiem, getauchtem Auslauf (V2)

Abbildung 12: Beispielvarianten der Rohrschachtausführung und -gestaltung, mit Bodenrippe³⁰

³⁰ Quelle: KSB-Aktiengesellschaft, D-06110 Halle (Saale).



Bei Rohrschachtpumpen müssen im Weiteren insbesondere vermieden werden:

- schnelle oder unkontrollierte Strömungswechsel
- scharfe Ecken und Kanten
- hohe Stufen oder Absätze im Zulaufbereich oder auf der Sohle des Pumpensumpfs
- eine baulich-konstruktive Geometrie, die keinen asymmetrischen Strömungsverlauf in der Saugkammer hervorruft
- Abstürze in den Pumpensumpf oberhalb des Wasserspiegels

Bei der genaueren Betrachtung der Einlaufkammerwände und der Ausführung der Bodenrippe ist zu erwähnen, dass auch hier gestalterisch wichtige konstruktive Vorgaben (der Hersteller) einzuhalten sind. Hierauf wird nachfolgend noch grafisch eingegangen.

Die Bauwerksausführungen bei Rohrschachtpumpen sind in vielen Variationen denkbar, die stets auf die Randbedingungen abzustimmen sind. Auf der Folgeseite werden daher nur beispielhaft zwei gängige Aufstellungsvarianten gezeigt, die sich bei Rohrschachtpumpen in Kombination mit einem K-Rad bewährt haben. Inwieweit die erwähnte Bodenrippe unterhalb des Saugmunds vorgesehen werden muss, wie diese im Detail anzuordnen ist und welche geometrischen Eigenschaften diese haben muss, muss mit dem Hersteller der planerisch berücksichtigten Pumpe abgestimmt werden.

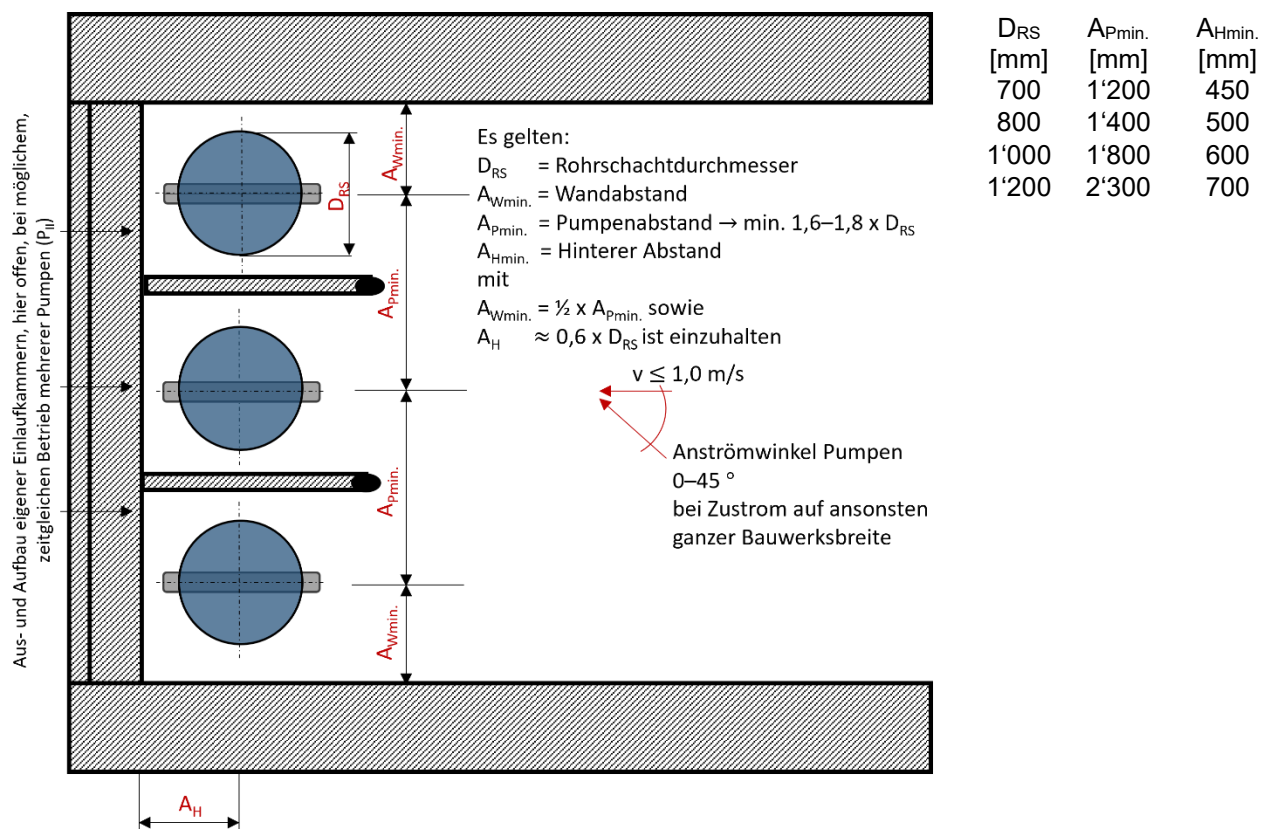


Abbildung 13: Beispiel zur Saugraumgestaltung (offene Einlaufkammer) bei Rohrschachtpumpen mit K-Rad und allgemeinen Richtmassen³¹

Die Richtmasse und -werte in Abbildung 13 sind im Rahmen der Planungen ebenfalls mit dem Hersteller der in die Planungen einbezogenen Pumpe nochmals abzustimmen bzw. durch diesen bestätigen zu lassen. Dazu kann zwischen den Richtwerten zu $A_{Pmin.}$ bei abweichenden Rohrschachtdurchmessern linear interpoliert werden.

Es wurde zuvor schon erwähnt, dass im Pumpensumpf eine gute und störungsfreie Zuströmung zu den Pumpen erfolgen muss. Dazu dürfen keine hohen Zustromgeschwindigkeiten auftreten. Dies sollte insbesondere dann vermieden werden, wenn ein hoher Zuflussvolumenstrom auf einen ansonsten stehenden

³¹ In Anlehnung an die Vorgaben des Hydraulic Institute, American National Standard for Pump Intake Design, ANSI / HI 9.8-1998.



Wasserspiegel im Saugbereich der Pumpen trifft. Generell sind Strömungen $> 1,2 \text{ m/s}$ zu vermeiden. Gelingt dies nicht und entspricht der Zuflussbereich in den baulichen Massen nicht der Gesamtbreite der Einlaufkammer, können zur Beruhigung des Zustroms auch Prallwände oder sogenannte Baffel-Reihen oder Leitbleche, die in einem bestimmten Abstand vor den Pumpen anzuordnen sind, die Anströmsituation verbessern. Eine Veranschaulichung hierzu wird unter Abbildung 14 gegeben.

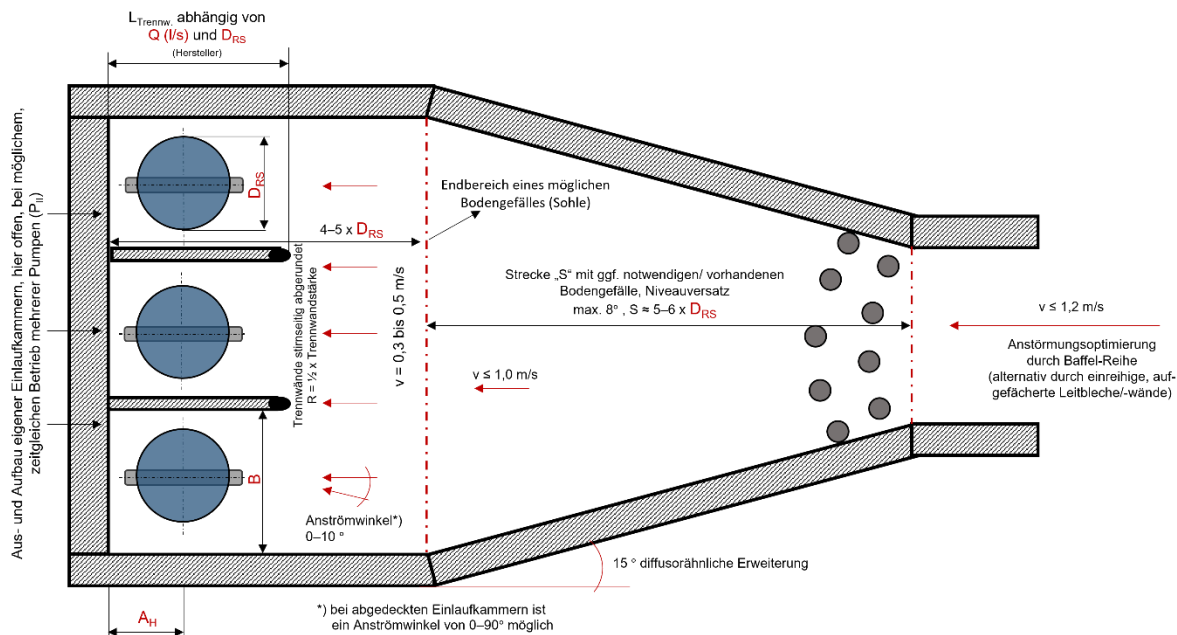


Abbildung 14: Beispiel zur strömungsoptimierten Saugraumgestaltung bei Rohrschachtpumpen mit Parallel- und Wechselbetrieb³²

Es ist im Weiteren zu beachten:

- Können mehrere Maschinen mit K-Rad zeitgleich (P_{II} , P_{III} ...) in Betrieb sein, muss ebenfalls auf die Strömungsbildung in der Saugkammer geachtet werden. Das Vorsehen baulich speziell ausgeführter Einlaufkammern ist hier notwendig, um bei einem variablen Pumpenbetrieb (zyklische Vertauschung der Pumpen und Pumpenparallelbetrieb) eine Strömungsoptimierung im Zulaufbereich der Maschinen zu erzielen.
- Ist es möglich, im Pumpensumpf einen ausreichend hohen Wasserstand zu gewährleisten und erfolgt die Zustromung auf die Maschine(n) beim Einsatz eines K-Rads mit einer maximalen Abweichung von 45° sowie einer maximalen Zuflussgeschwindigkeit von $1,0 \text{ m/s}$, kann die Einlaufkammer offen gestaltet werden (vgl. Abbildung 12, oberer rechter Quadrant). Dies stellt im Allgemeinen die kostengünstigste Variante dar. Hierbei muss jedoch der pumpenspezifische Mindestwasserstand (t_1) eingehalten werden.
- Bodenrippen mittig unterhalb des Ansaugbereichs der Pumpen sind bei K-Rad-Ausführungen allgemein nicht zwingend erforderlich, es empfiehlt sich dennoch, hierzu eine Rückfrage beim Hersteller vorzunehmen.
- In Bezug auf die Einlaufkammerwände ist darauf zu achten, dass diese immer mindestens 30 cm über den maximal möglichen Wasserspiegel im Pumpensumpf herausragen. Dazu müssen die Stirnseiten der Kammerwände im Verhältnis der Kammerwanddicke abgerundet sein, da eine scharfkantige Ausführung zu starken Verwirbelungen führt. Der Anströmungswinkel zur Pumpe ist davon unabhängig.
- Wie schon beschrieben wurde, gehört zum Gewährleisten von Störungsfreiheit auch eine sorgfältige Ausführung und Gestaltung der Sumpfssole. Absätze und Stufen oder Neigungen $> 8^\circ$ müssen vermieden werden.
- Darüber hinaus muss die letzte Störstelle in einem Abstand von mindestens 4, ideal $5 \times D$ ($\varnothing$ Saugstutzen) entfernt liegen.

Die verschiedenen Abbildungen unter Kapitel 10.4 ff. zeigen zum Teil nicht näher bezifferte Masse, die nicht ohne Weiteres als Standardwert beschrieben werden können, sondern stets von der Pumpengröße und/oder der Fördermenge abhängen. Um die entsprechenden Werte zu diesen Massen zu erhalten, ist meist ein Blick

³² In Anlehnung an die Vorgaben des Hydraulic Institute, American National Standard for Pump Intake Design, ANSI / HI 9.8-1998.



in die Baureihenhefte der gängigen Hersteller notwendig. Dazu können entsprechende Empfehlungen auch direkt mit dem Hersteller zu der in den Fokus genommenen Pumpe angefragt werden.

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Verfahrenstechnik, Bau,

10.5 Schneckenpumpwerke

Schneckenpumpen haben die grundlegende Eigenschaft, grosse Wassermengen auf ein vergleichsweise geringes Niveau anzuheben und kommen deshalb im Strassenbau seltener bzw. als Sonderlösung vor. Aus diesem Grund werden nur allgemeine Hinweise zu dieser Förderweise von Strassenabwasser gegeben. Generell gilt, dass sich alle Hinweise dieser Projektierungshilfe im Bereich der Elektrotechnik, der Sensorik (Ermittlung von Wasserspiegellagen) und auch der Arbeitssicherheit auf Schneckenpumpen (sinngemäss) übertragen lassen.

Bei der Festlegung der Material- und Werkstoffvorgaben sind die Anforderungen allgemein auf die Korrosivitätskategorie C3 (mittel) auszurichten (vgl. Tabelle 7). So können und sollten der Trog und die Schnecke und weitere Bauteile, die direkt mit dem Strassenabwasser in Berührung stehen, im Allgemeinen mindestens aus dem rostfreien Edelstahl 1.4404 (KRK III) gefordert werden. Bei der Verarbeitung des Edelstahls sind dieselben hohen technischen Anforderungen zu stellen wie bei der Fertigung von Rohrleitungen aus rostfreiem Edelstahl (vgl. Kapitel 11 f.). Tröge aus Beton in der entsprechenden Expositionsklasse sind als gute Alternative zu sehen.

Die Fördermenge entscheidet, wie viele Schaufeln auf der Welle schneckenförmig angeordnet sein müssen. In der Regel sollte beim Heben des Strassenabwassers eine Schaufel ausreichend sein. Bis zu drei Schaufeln können ausgebaut werden.

Eine gesonderte und vertiefte Projektierung und Planung steht bei Schneckenpumpenanlagen durch die Variabilität immer im Vordergrund.

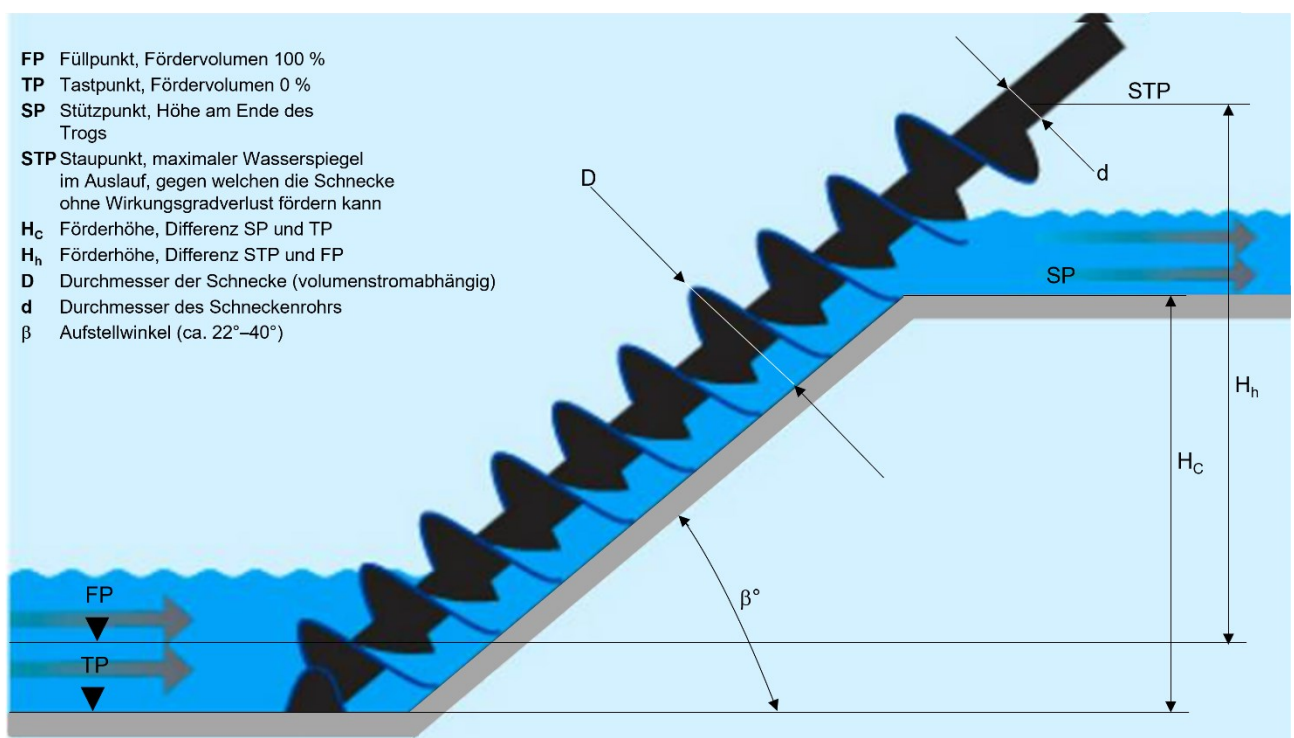


Abbildung 15: Grundkonstruktion und -prinzipien einer Schneckenpumpe³³

Weitere Eigenschaften von Schneckenpumpen sind:

- Förderung von hohen Wassermengen (bis 12 m³/s).
- Leise Betriebsweise.
- Verstopfungsfreie Förderung faseriger oder auch fester Fluidbeimengungen (Steine, Sand, Möhrückstände etc.).

³³ Quelle: Schemata abgeleitet aus einer Grafik der Landustrie Sneek BV, NL-8600 AD Sneek (NL)



- Relativ hoher Wirkungsgrad (ca. 75 %), der durch eine allgemein flach verlaufende η -Kurve bei ca. 40 %–100 % der Förderleistung nahezu stabil bleibt.
- Gute Möglichkeit der Regelung mittels FU durch einen langen, gleichbleibenden Wirkungsgrad.
- Bei Förderung abrasiver Bestandteile (Sand) muss mit starkem Verschleiss bei gleichzeitig sinkendem Wirkungsgrad gerechnet werden; der Verschleiss und die Ineffektivität können i. d. R. nur über eine regelmässige Beobachtung des Stromverbrauchs identifiziert werden.
- Der Verschleiss an der Schnecke ist in Bezug auf ihre Baulänge meist sehr ungleichmässig, daher sind bei einer Instandsetzung oder Erneuerung verhältnismässig hohe Aufwände zu erwarten.
- Der Aufstellwinkel liegt zwischen ca. 22° und 38°.
- Mögliche Durchmesser der Schnecken liegen allgemein bei 400 mm bis 5'000 mm.
- Die Länge der Schnecke liegt allgemein bei bis zu 25 Metern, die Förderhöhe bei maximal ca. 12 Metern.
- Die Lagerung der Schnecke ist in verschiedenen Trogtypen möglich.
- Verschiedenartige Antriebsmöglichkeiten sind realisierbar (Betriebsgebäude wird benötigt).
- Schneckenpumpwerke weisen eine fischfreundliche Betriebsweise auf.
- Je nach Schneckenausführung sind grosse, konstruktiv aufwändige Bauwerksabmessungen zu erwarten.

Eine Übersicht als Dimensionierungshilfe ist in Anhang 16 zu finden.

Verantwortungsbereich(e): Verfahrenstechnik, Bau

11 Konstruktive und planerische Anforderungen an Bauteile und Komponenten

11.1 Rohrleitungen und Armaturen

Die Rohrleitungsdimensionierung ist nach den Gesichtspunkten einer zu erreichenden Vorzugsfliessgeschwindigkeit (siehe Kapitel 11.4) bei gleichzeitiger Wahrung einer optimierten Pumpenantriebsleistung vorzunehmen (Minimierung der hydraulischen Verluste). Im Rahmen der Planung muss der finale Rohrleitungsquerschnitt oftmals iterativ bis zum Optimum ermittelt werden. Zur Auswahl bei den Rohrleitungen stehen vordergründig verzinkte, nahtlose Stahlleitungen und Rohre, die aus rostfreiem Edelstahl gefertigt sind. Dadurch, dass sich die Innendurchmesser bei den beiden genannten Rohrvarianten zum Teil deutlich unterscheiden, kann es sein, dass zum Erreichen der Vorzugsfliessgeschwindigkeit bewusst einer bestimmten Materialqualität der Vorzug gegeben werden muss.

Insbesondere bei Rohrleitungen aus Edelstahl (KWK III/mittel) ist bei deren Verwendung zu beachten, dass die Rohrwiderlager bzw. Rohrkonsolen statisch-konstruktiv und in ihrer Anzahl so ausgeführt und verankert werden, dass eine durch die Pumpen angeregte Eigenfrequenz vermieden wird oder aber in einem unkritischen Bereich liegt. Auch muss die maximale Lastaufnahme an den Stützen der Pumpe(n) in der statischen Bemessung der Rohrkonsolen etc. Berücksichtigung finden.

Müssen nach dem Pumpwerk längere Strecken bis zur Übergabestelle des gepumpten Strassenabwassers überwunden werden (vgl. Abbildung 1), sollte z. B. eine HDPE-Leitung mit geringen Strömungsbeiwerten ($k = 0,004 \text{ mm}$) verwendet werden, um die hydraulischen Verluste so gering wie möglich zu halten. Innerhalb des Pumpwerks sind HDPE-Leitungen wegen des hohen Aufwands der verformungsfreien Befestigung und Versteifung jedoch zu vermeiden. Auch unterliegen HDPE-Leitungen mitunter schleichenden Alterungsprozessen, die Leckagen hervorrufen können. Hiervon können u. a. auch sumpfseitig eingesetzte HDPE-Rohre, z. B. mit Ringraumabdichtungen, betroffen sein!

Formstücke aus HDPE besitzen allgemein grössere Baumasse als Formstücke aus Stahl. Für diese ist die entsprechend erforderliche Druckstufe festzulegen (i. d. R. SDR 11 oder SDR 17). Dazu sind die Leitungen in verstärkter Ausführung zu wählen, um von aussen wirkenden Kräften oder Punktlasten auf der Rohrleitungsoberfläche besser widerstehen zu können. Alternativ sind auch Rohre aus duktilem Gusseisen mit innerer und äusserer porenfreier Polyurethanbeschichtung einsetzbar ($k = 0,0014 \text{ mm}$).

Die Minimierung von Rohrleitungsverlusten beinhaltet auch, dass eine strömungstechnisch günstige Auswahl und Ausführung der Formstücke sowie der Saug- und Druckrohrleitungsführungen zu gewährleisten ist. Unter anderem sind folgende Rohrformteile etc. zu nennen:



- Rohrbögen, vorzugsweise $R = 1,5 \text{ bis } 2,0 \times d_i$, ideal $2,5 \times d_i^{34}$. Auf Knie- oder T-Stücke ist zu verzichten!
- Exzentrische bzw. symmetrische Reduzierung/Erweiterung mit einer α von $10^\circ\text{--}15^\circ$ (Einflussnahme auf Platzbedarf).
- Reinigungsöffnung in Reduzierung/Erweiterung, mit durchgehender Rohroberkante und einer rohrformgetreuen Profilierung der Deckelunterkante entsprechend der Rohrnennweite (Vermeidung eines Luftsacks). Es wird in diesem Zusammenhang auf Anhang 7 verwiesen.
- Anschnitt Saugrohr ca. 75° (Bezug: Rohrsohle, scharfkantig $\Rightarrow \zeta 0,5$).
- Die Ausführung saugseitiger Rohrbögen mit Tulpe sollte nicht vordergründig geplant werden; es wird diesbezüglich ebenfalls auf Anhang 7 verwiesen.
- Rohrverzweigungen/-vereinigungen unter $30^\circ\text{--}45^\circ$ (Zusammenführung Einzel- und Sammeldruckrohrleitung).
- Vermeidung von Kniestücken (ζ hoch).

11.2 Konstruktiver Aufbau und Ausführungsqualität der Rohrleitungen

Im Wesentlichen ist im konstruktiven Aufbau sowie bei der Ausschreibung zu beachten:

- Das Saug- und (Sammel-)Druckrohrleitungssystem ist (innerhalb des Betriebsgebäudes oder innerhalb des Pumpensumpfs) aus einem feuerverzinkten, nahtlosen Stahlrohr nach DIN EN 10220 (ehemals DIN 2448) oder alternativ aus einer nicht titanstabilisierten, rostfreien Edelstahlleitung (KWK III, z. B. Werkstoff 1.4404, X2CrNiMo17-12-2 oder mindestens glw. gem. KWK III/mittel) herzustellen. Entsprechend dem Herstellverfahren und dem relevanten Rohrdurchmesser ist stets die grösstmögliche Wandstärke zu wählen.
- Zur Erleichterung der Montage/Demontage vor Ort ist im Aufbau des Rohrleitungssystems konstruktiv ein sinnvolles Verhältnis zwischen Los- und Festflanschen vorzusehen. Bei Flanschverbindungen sind – zum Teil in Anlehnung – die Normen DIN 2576, DIN 2642 und DIN 2632–2635 zu beachten.
- Alle im Erdreich verlegten Flanschverbindungen sind mit einer korrosionsschützenden Umhüllung (DIN-/DVGW-Zulassung) durch ein kalt verarbeitbares Kunststoffband-System (3 Schichten nach DIN 30672 und DIN EN 12068, Belastungsklasse C-50) zu schützen.
- Rohrleitungen innerhalb der Pumpstation müssen mit einer ausreichenden Anzahl von Auflagern und Abstützungen sowie verankerten Rohrschellen installiert werden. Schwingungen im Eigenfrequenzbereich und Körperschall sind bestmöglich zu vermeiden.
- Die Flanschverbindungen der Rohrleitungen sind mit dem Saug- und Druckstutzen der Pumpe stets spannungsfrei herzustellen. Zudem dürfen die Kraft- und Momentkomponenten des anzunehmenden Lastkollektivs – insbesondere druckseitig – zu keiner Zeit die zulässige statische Stutzenbelastung an der Pumpe überschreiten.
- Bei Wanddurchführungen (auch Armatureschacht) sind in der Regel beidseitig der Durchführung stets Ringraumdichtungen (weichdichtend) vorzusehen. Die Wandstärke beim Einsatz von Mauerrohrhülsen muss mindestens 10 mm betragen.
- Die Kombination Ringraumdichtung – HDPE-Leitung ist aufgrund eines möglichen Fließens und einer ggf. schleichenden Alterung des Rohrmaterials zu vermeiden.
- Ringraumdichtungen sind im Bereich der Saugrohre mit Ausdrücksicherungen vor einem Verschieben zu schützen bzw. abzufangen.
- Alle abwasserführenden Stahlrohrleitungen (Rohrleitungssystem) im Betriebsgebäude sind **in der Örtlichkeit anzupassen**, notwendige Schweissverbindungen sind spaltfrei herzustellen und abschliessend – nach entsprechender Vorbehandlung – der Feuerverzinkung zuzuführen.

Nach einer erfolgten Feuerverzinkung ist eine weitere Formgebung oder mechanische Bearbeitung nicht mehr zuzulassen, was entsprechend bei der Ausführungsplanung textlich zu berücksichtigen bzw. zu fordern ist.

Die zuvor beschriebene Vorgabe ist im übertragenen Sinne auch dann obligatorisch, wenn Rohrleitungen aus rostfreiem Edelstahl (Werkstoff gem. KWK III/mittel) zum Einsatz kommen. Die Formierung durch Schutzgas, die Repassivierung etc. sind stets sicherzustellen. Es wird im Weiteren auf die Vorgaben, Hinweise und Normen der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. **Z-30.3-6** nach aktuellem Stand und auf das Merkblatt 828 (Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle an der Atmosphäre) verwiesen.

³⁴ d_i = Rohrinne Durchmesser.



- Das saugseitige Übergangsstück Leitung/Pumpe ist mit einer **durchgehenden Rohroberkante** und einer Reinigungsöffnung (Sattelstutzen) mindestens in der Grösse der Nennweite des Pumpensaugstutzens zu versehen. Konstruktiv ist das Bilden eines Luftsacks im Übergangsstück zu vermeiden.
- Im Allgemeinen gilt (auch bei Pumpen in Nassaufstellung), dass nach dem Druckstutzen eine Beruhigungsstrecke (z. B. FF- oder FFR-Stück, siehe dazu auch Kapitel 11.5) einzuhalten ist, bevor die Rückschlagklappe (RSK) durch den Förderstrom der Pumpe angeströmt wird. Da sich durch die ermittelte Länge der Einzeldruckrohrleitung mitunter entscheidende Auswirkungen auf die Sohltiefe und die geodätischen Förderanteile ergeben, ist mit dem Hersteller der ins Auge gefassten RSK stets abzustimmen, ob oder in welcher Art und Weise das vorgenannte Richtmass eingehalten werden muss bzw. welche etwaigen Kompensationsmassnahmen bei Nichteinhaltung zu ergreifen sind.
- Im Aussenbereich, und hier insbesondere bei grossen Rohrleitungslängen, ist der Werkstoff HDPE – auch wegen des günstigeren Verlustbeiwertes (λ) – jedoch gut erdverlegt einzusetzen. In der Regel kommt die Qualität SDR 11 und in manchen Fällen, wenn über das Druckniveau zulässig, SDR 17 zur Ausführung. Dazu wird empfohlen, die Qualität und Ausführung der HDPE-Leitungen auf die möglichen Einwirkungen durch spitze Steine etc. auszurichten (z. B. Fa. Gerodur Schutzmanteldruckrohr, Fa. Frank Sureline o. glw.).
- Eine Kontaktkorrosion durch Potenzialunterschiede ist mit anderen Bauteilen sicher zu vermeiden.

11.3 Ausführung und Werkstoffwahl bei Armaturen

Wesentliche Werkstoffanforderungen bei der Planung sind:

Bauteil	Anforderung
Gehäuse der Schieber im Bereich der Saug-, Einzel- und Sammeldruckrohrleitungen (BG):	Duktiles Gusseisen (EN-JS 1030/1050, ehemals GGG 40/50)
Absperreinrichtungen ausserhalb des BG, Kanalspindelschieber, ggf. -schütze:	Nichtrostender Stahl, Werkstoff 1.4404, X2CrNiMo17-12-2 bzw. KWK III
Druckstufenflansche:	PN 10 bzw. gem. höherer Anforderung
Ketten an Kettenrädern:	Ketten an den Kettenrädern druckseitiger Schieber – aus Gründen der Griffigkeit – aus nichtrostendem Stahl (KWK II/III)
Gehäuse-Ausbaustücke:	L 235 (ehemals RSt 37-2), verzinkt, alternativ rostfreier Edelstahl mit gleicher Korrosionsbeständigkeitsklasse (KWK III), wenn Rohrleitung aus z. B. Werkstoff 1.4404 besteht
Gehäuse-Rückschlagklappen (RSK) und Keil:	Gehäuse: Vorzugweise duktiler Gusseisen (EN-JS 1030/1050, ehemals GGG 40/50), in Ausnahmen EN-GJL-250, ehemals GG 25 Keil: GGG 40/50, Beschichtung aus NBR
Spindel und Wellen:	Rostfreier Edelstahl (1.4057, 1.4404 o. glw.)
Spindelmutter, Lagerschraube, Keilsitz:	Zinkfreie Bronze, Alubronze
Schraubverbindungen (Schraube/Mutter und U-Scheibe):	Innenbereich: Rostfreier Edelstahl z. B. 1.4401, 1.4301 bzw. KWK II Aussenbereich: 1.4404 bzw. KWK III
Leiter, Halterungen etc. im Pumpensumpf:	Rostfreier Edelstahl 1.4401 bzw. KWK III
Pegelmessleitungen:	Rostfreier Edelstahl, z. B. 1.4401 bzw. KWK III, Polyamid, HDPE, PVC
Geländer, Abstützungen, Gitter, etc. ausserhalb des Pumpensumpfs:	Feuerverzinkung mit Beschichtungsstärken gem. DIN 12944, ggf. nichtrostender Stahl (1.4401)
Zugketten (z. B. im Pumpensumpf):	Rostfreier Edelstahl (KWK II/III)

Tabelle 5: Wesentliche Werkstoffanforderungen bei Armaturen und deren Zubehör

Beim Aufbau des Rohrleitungsstrangs sind sowohl saug- als auch druckseitig prinzipiell folgende Armaturen, Adapter oder Formstücke etc. vorzusehen:

- Pass- und Ausbaustücke (feststellbar) mit beidseitig durchgehenden Gewindestangen aus rostfreiem Edelstahl sowie mit ausreichend grossem Verstellbereich, alternativ Flanschadapter (F-Stück) mit längskraftschlüssiger Rohrkupplung (Fabrikat Straub oder Teekay oder glw.).



- Keil(flach)schieber, vorzugsweise weichdichtend, mit Entleerungsschraube bzw. Spülanschluss bei metallischer Dichtung sowie mit entsprechend grossem Handrad, druckseitig mit Kettenrad und Edelstahlkette (Montage saugseitiger Schieber bei Trockenaufstellung: Bei grossen Nennweiten saugseitig schräger Einbau unter ca. 45° – Erleichterung der Bedienbarkeit)
- Bei Bedarf saugseitig ein FFR-Stück, asymmetrisch und mit Reinigungsöffnung in DN, ein Luftsack muss durch den konstruktiven Aufbau der Reinigungsöffnung (Zapfen im Deckel mit Nachbildung des Rohrscheitels) vermieden werden.
- Rückschlagklappe, vorzugsweise mit Federdämpfung und ggf. Überdruckventil (z. B. Strate FTU(D) o. glw.) sowie der Möglichkeit, einen Drehwinkelsensor zwecks Förderkontrolle (Trockenlaufschutz) zu montieren. Weitere Details zur RSK oder einer Alternative siehe Anhang 8 und Anhang 9. Möglicherweise zulässige Alternativen zur Förderkontrolle werden unter Kapitel 14.7 aufgeführt.
- Trockenaufstellung: nach aussen geführte Rohrleitung (DN 50–DN 150) im Bereich der im Maschinenraum geführten Sammel-/Druckrohrleitung, mit Keilflachschieber (weichdichtend) zur Entleerung der Leitung in den vorgelagerten Pumpensumpf.
- Keilflachschieber (weichdichtend), innenliegend (Betriebsgebäude) und am Übergang der Sammeldruckrohrleitung (Betriebsgebäude, Pumpensumpf oder Armaturenschacht) in den Aussenbereich, wenn der anschliessende Rohrleitungsstrang bis zum Auslauf steigend verläuft.

11.4 Bestimmung der Rohrleitungsquerschnitte

Der gewählte Rohrleitungsquerschnitt hat – in Abhängigkeit der Leitungslänge und der hydraulischen Verluste – mitunter einen erheblichen Einfluss auf den Platzbedarf, auf den zukünftigen Energieverbrauch des Pumpwerks bzw. auf die Wellen- und Antriebsleistung (Nennleistung) der Pumpen.

Für einen störungsfreien Betrieb sind daher die folgenden Vorzugsfliessgeschwindigkeiten zu beachten:

Rohrleitungsanordnung		Fliessgeschwindigkeit
kurze Saugrohrleitung	⇒	$v \geq 0,8 \text{ m/s}$ bis $\leq 1,2 \text{ m/s}$
horizontale Rohrleitungen	⇒	$v \geq 1,8 \text{ m/s}$ bis $\leq 2,5 \text{ m/s}$
vertikale Rohrleitungen	⇒	$v \geq 2,0 \text{ m/s}$ bis $\leq 2,5 \text{ m/s}$ ³⁵

Tabelle 6: Vorzugsfliessgeschwindigkeiten in Rohrleitungen (und Armaturen)

Bei der endgültigen Festlegung des Rohrleitungsquerschnitts können sich insbesondere nach oben abweichende Strömungsgeschwindigkeiten ergeben. Es ist daher mit Blick auf die Rohrleitungslängen und die hieraus resultierende hydraulische Verlusthöhe hinreichend abzuwägen, ob höhere Strömungsgeschwindigkeiten und damit höhere hydraulische Verluste nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten angemessen sind und akzeptiert werden können.

Des Weiteren ergibt sich aber noch folgender Abwägungsprozess:

Strömungsgeschwindigkeiten, die von den Vorzugsgeschwindigkeiten nach oben hin abweichen, sind zwar möglichst zu vermeiden, können aber bei kurzen Rohrleitungslängen (und) als Kompromisslösung immer dann akzeptiert werden, wenn eine Querschnittserweiterung aufgrund der Rohrleitungslänge unverhältnismässig ist und/oder der Verlustanteil insgesamt im Vergleich zu den hydraulischen Gesamtverlusten gering bleibt bzw. die Wellen- und Anschlussleistung der Pumpe sich nicht signifikant ändert.

Kommt es durch die Wahl des Rohrleitungsquerschnitts jedoch zu einer signifikanten Erhöhung der Wellenleistung, muss eine Kosten-Nutzen-Abschätzung getroffen werden. Zudem können projektspezifische Besonderheiten abweichende Strömungsgeschwindigkeiten erfordern, welche jedoch fachlich begründet sein müssen.

11.5 Klappenschlag- und Druckstossgefahren bei Sammel- und Einzeldruckrohrleitungen

Grundsätzlich kann ein Druckstoss mehr oder weniger stark in allen Leitungen auftreten, in denen Flüssigkeiten transportiert werden. Neben dem Phänomen des Druckstosses kommt es häufig und unabhängig von einer zurückschlagenden Wassersäule in der Rohrleitung auch zu sogenannten Klappenschlägen an der Rückschlagklappe (RSK). Diese treten meist dann auf, wenn bei verhältnismässig kurzen Einzel- oder Sammeldruckrohrleitungen (bis ca. 10 Meter Gesamtlänge) **vertikale Höhenanteile von > + 5 Meter** vorhanden sind. Klappenschläge können schadenverursachende Folgen haben und die Betriebssicherheit der

³⁵ Strömungsgeschwindigkeiten > 2,5 m/s bei einer Rückschlagklappe (RSK) mit Federbelastung können erforderlich werden!



Anlage infrage stellen. Proaktive Abhilfe zur Vermeidung eines Klappenschlags leistet in so einem Fall nur eine federbelastete RSK, die ein schnelles Schliessen der Klappe sicherstellt. Rückschlagklappen mit Hebel und Gewicht erreichen dies selbst bei beidseitiger Ausführung des Hebels mit Gewicht häufig nicht. Federbelastete RSK bieten gegenüber RSK mit Hebel und Gewicht im Weiteren noch den Vorteil, dass im Allgemeinen keine Vorkehrungen zum Arbeitsschutz getroffen werden müssen (Schutzgehäuse im Schwenkbereich des Hebels).

Die Gefahr durch einen Druckstoss mit kapitalen Schäden sollte **bei nahezu höhengleichen Rohrleitungsverläufen** ab einer **Leitungslänge von ca. 200 Metern** untersucht werden. Dazu müssen bei dieser Überprüfung etwaige Kompensationsmassnahmen (z. B. die Berechnung von Schwungmassen an den Pumpen/Riemenscheiben³⁶) mitbestimmt werden. Leitungslängen, die darunter liegen, sollten dann auf eine Druckstossgefahr hin untersucht werden, wenn der vertikale Höhenanteil zum Auslaufbereich $> + 4$ Meter beträgt und/oder die Strömungsgeschwindigkeit bei $> 1,8$ m/s liegt. Dies insbesondere dann, wenn die Druckrohrleitung zudem eine Länge > 50 Meter besitzt.

Ausschlaggebend für eine Druckstossgefahr ist auch das eingesetzte Rohrmaterial, also, ob die Rohrwand eher elastisch (z. B. HDPE, E-Modul ca. 600–1'400 MPa) oder unelastisch (z. B. Stahl, E-Modul ca. 200–210 MPa) und steif ist. Daher sollten entsprechend lange Druckrohrleitungen hinter den Pumpen bzw. nach dem Verlassen des Armaturenschachts oder des Betriebsgebäudes nicht aus einem steifen Material geplant werden.

Da weitere Aussagen zur Druckstossgefahr schwierig sind und stets vom Rohrleitungsverlauf sowie von der umgesetzten Strömungsgeschwindigkeit abhängen, muss die Notwendigkeit einer Druckstossberechnung immer aus dem Projekt heraus abgeschätzt werden, insbesondere dann, wenn die vorgenannten Systemeigenschaften gegeben sind.

Kommt es zum Einsatz von getauchten Pumpen oder In-Line-Pumpen, muss bei den zuvor beschriebenen Bedingungen auch von einem erhöhten Klappenschlag- und Druckstossrisiko ausgegangen werden, da diese Pumpen über keine nennenswerte Schwungmasse (fehlende Riemen-/Schwungscheibe) auf der Antriebsseite verfügen. Für diesen Fall sind u. a. immer Vorkehrungen über die Wahl der RSK zu treffen. Weitere Massnahmen (Be- und Entlüftungsventile, Wasserschloss o. ä.) können erforderlich werden.

Die Druckstossberechnung ist in begründeten oder absehbaren Fällen über einen Ingenieurvertrag – ideal in der Planungsphase Entwurf – explizit zu fordern. Auf Basis des Ergebnisses sind die Pumpen mit Riemenantrieb dann (in der Umsetzungsphase) mit der (tatsächlich) berechneten Schwungmasse auszurüsten. Hierdurch wird ein Verlängern der Pumpenauslaufzeit durch einen späteren Förderstromabriss im Rohrleitungssystem bewirkt, was dem physikalischen Effekt eines möglichen Druckstosses entgegenwirkt.

Die beschriebenen RSK-Ausführungsarten sind bei Pumpstationen mit nasser oder trockener Aufstellung zukünftig prinzipiell anzuwenden. Hierbei ist zu beachten, dass gedämpfte, federbelastete Rückschlagklappen mit einer Mindestfliessgeschwindigkeit angeströmt werden müssen. Eine Begleiterscheinung hierbei ist, dass der Verlustbeiwert (ξ) bei federbelasteten RSK (ggf. zusätzlich mit Überdruckventil) deutlich höher anzusetzen ist als bei gewöhnlichen Rückflussverhinderern³⁷. Dies ist jedoch mit Blick auf das komfortable Schliessverhalten und zur Vermeidung von Druckstössen nachrangig zu sehen.

In der Ausführungsplanung ist stets explizit anzugeben, ob die **Rückschlagklappe vertikal oder horizontal durchströmt** wird. Geschieht dies nicht, besteht ebenfalls die Gefahr von Klappenschlägen aufgrund falsch montierter Hebel (Gewichte) durch den Lieferanten bzw. Hersteller. Dazu kann die Anströmung der RSK u. U. nicht optimal und damit nachteilig für das Öffnungs- und Schliessverhalten erfolgen.

Neben diesen Einflüssen sind bei der späteren Montage zudem die Herstellerangaben zur **Positionierung der Rückschlagklappe auf dem Druckstutzen** der Pumpe dringend zu beachten (Trockenaufstellung). Die Formgebung des Spiralgehäuses der Pumpe ist dabei ausschlaggebend. Federbelastete RSK sind von den An- und Rückströmeffekten meist weniger betroffen.

³⁶ Pumpen mit Trockenaufstellung sowie mit Riemetrieb.

³⁷ Die individuellen Verlustbeiwerte (ξ) können über die Hersteller angefragt werden.



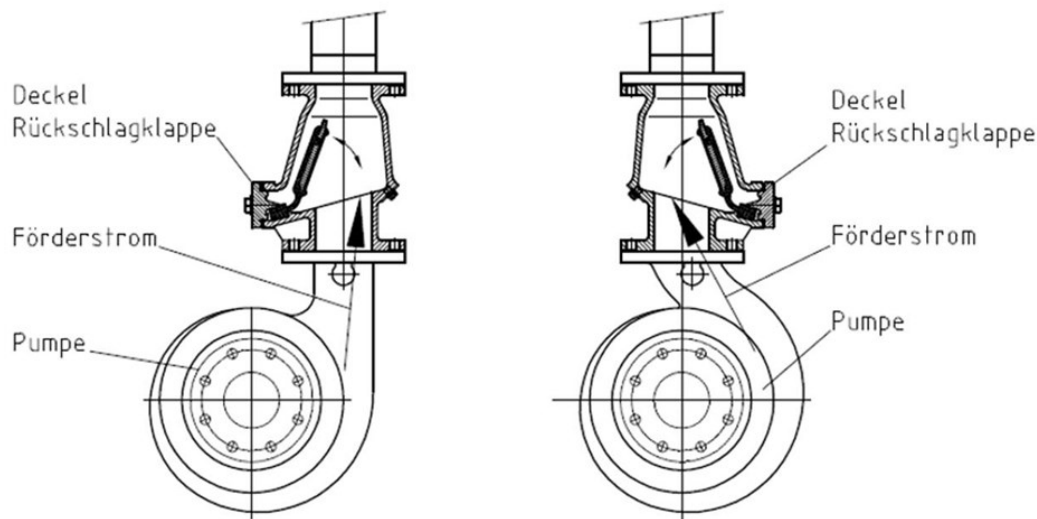


Abbildung 16: Anordnung der Rückschlagklappe auf dem Druckstutzen in Abhängigkeit der Spiralgewindeform (Trockenaufstellung)³⁸

Zwischen dem Druckstutzen und der RSK sollte – insbesondere bei Ausführungen mit Hebel und Gewicht – im Idealfall eine **Beruhigungsstrecke von 2 bis 3 x DN**³⁹ vorgesehen werden.

Eine weitere Massnahme, die ggf. in Kombination mit anderen technischen Massnahmen zu treffen ist, stellen Be- und Entlüftungsventile an Hochpunkten oder Vakuumbrecher bei Gefälledruckrohrleitungen dar (siehe hierzu Abbildung 17). Hierbei ist zu beachten, dass diese Armaturen einen dauerhaften Wartungspunkt darstellen. Sie sind zum Schutz ideal in einem gut zugänglichen Schacht zu platzieren, der mindestens tagwasserdicht und in diesem Fall auch ausreichend be- und entlüftet ist.

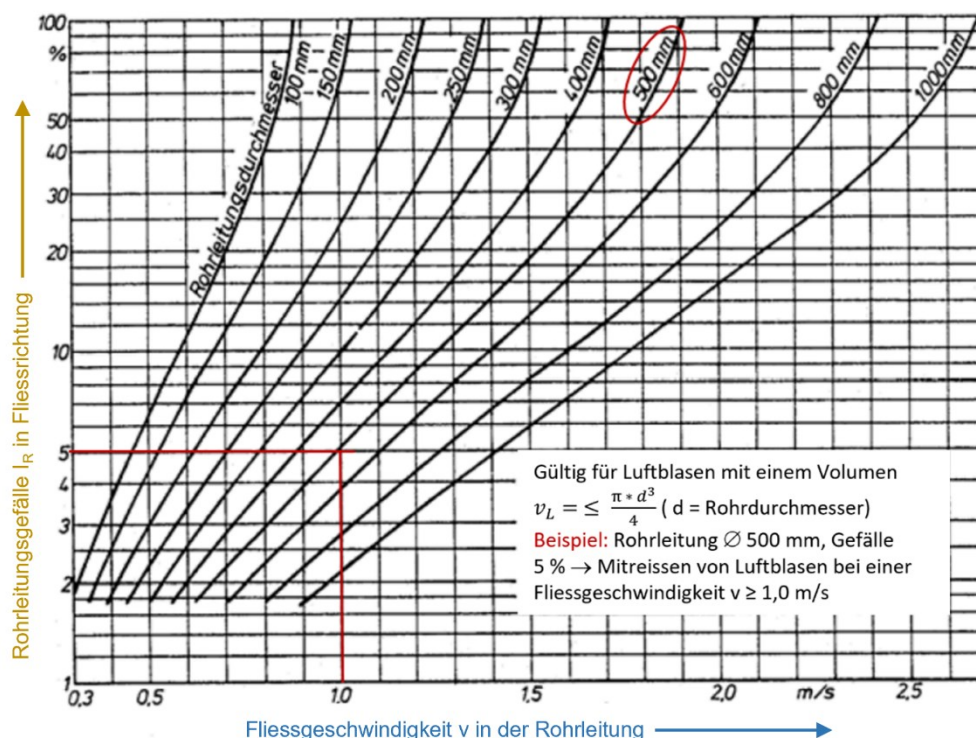


Abbildung 17: Minimale Fließgeschwindigkeit zum Mittransport von Luftblasen in Rohrleitungen mit dem Gefälle I_R ⁴⁰

³⁸ Quelle: Dokumentationsunterlagen der ERHARD GmbH, D-89522 (Heidenheim)

³⁹ Die genannten Massnahmen haben allgemein Einfluss auf die Tiefe des Bauwerks (Sohlhöhe). Je nach Klappentyp können 5 x DN erforderlich werden, um hinter dem Pumpendruckstutzen eine optimale Strömung auf die Klappenscheibe zu erreichen.

⁴⁰ Kittner, Starke, Wissel «Wasserversorgung», 5. Auflage.



Zur Beherrschung eines möglichen Druckstosses oder eines Klappenschlags sind ausschliesslich die vorstehend beschriebenen mechanischen Lösungen vorzusehen. Eine Lösung mittels Verlängerung der Auslaufzeit des elektrischen Antriebsmotors bzw. durch einen Sanftanlauf und/oder -auslauf oder über eine Frequenzumrichtung ist primär nicht zulässig. Bei einem Spannungsausfall unmittelbar an der im Betrieb befindlichen Pumpe oder in der Pumpstation ist die Funktion des Sanftauslaufes o. ä. nicht mehr gewährleistet und ein Druckstoss oder Klappenschlag mit negativen Folgen für das Pumpwerk möglich.

11.6 Korrosionsschutz

Für den Bereich innerhalb des Betriebsgebäudes und im Aussenbereich des Pumpwerks inkl. der Einbauten im Pumpensumpf ist eine vertretbare Korrosivitätskategorie nach ISO 12944 zu definieren, wobei in diesem Punkt auch auf das Technische Merkblatt 23 001-12120 verwiesen wird. Die Inhalte der Tabelle 7 können Abweichungen zu dem vorstehenden TM aufweisen. In diesem Fall sind die Hinweise dieses TM zu beachten und umzusetzen.

Entsprechend der Einstufung sind die erforderlichen Korrosionsschutzmassnahmen später in der Ausführungsplanung zu berücksichtigen.

Örtlichkeit:	Korrosivitätskategorie: (ISO 12944-2)	Oberflächenvorbehandlung: (ISO 12944-4/8501-1)	Schutzdaueranforderung: (Klasse $\Rightarrow$ ISO 12944-1)
Betriebsgebäude, innen:	C2 (gering)	Sa 2½, Rostgrad A, B oder C	lang/(h) (Bezug: Wahl des Beschichtungssystems)
Betriebsgebäude, aussen, Atmosphären mit geringer Verunreinigung, ländlicher Bereich:	C2 (gering)	Sa 2½, Rostgrad A, B oder C	lang/(h) (Bezug: Wahl des Beschichtungssystems)
Betriebsgebäude, aussen, Stadt- und Industrielatmosphäre, mässige Verunreinigungen durch SO ₂ , Cl ⁻ , ggf. NO ₃ :	C3 (mittel)	Sa 2½, Rostgrad A, B oder C	lang/(h) (Bezug: Wahl des Beschichtungssystems)
Pumpensumpf, Trocken-/Nassaufstellung, mässige bis hohe Salz-, Sulfat-, Nitratbelastung o. ä.:	C4 (stark)/ C5 (sehr stark)	Sa 2½, Rostgrad A, B oder C	lang/(h) (Bezug: Wahl des Beschichtungssystems)

Tabelle 7: Empfehlungen zu den Anforderungen bei der Korrosionsschutzkategorisierung

Aufgrund der vorliegenden Langzeiterfahrungen werden mit Bezug auf die ISO 12944 (und deren Anhänge) und u. a. der ISO 8501-1 für den Ausbau und die Ausführung von Korrosionsschutzsystemen folgende empfehlende Anforderungen gegeben:

- Die Gehäuseteile an allen Armaturen (z. B. Schieber, RSK) sind über eine Epoxid-Kunststoff-Beschichtung gemäss RAL-GZ 662 der Gütegemeinschaft Schwerer Korrosionsschutz (GSK) unter Berücksichtigung von DIN 3476 (P) und DIN 30677-2 vor Korrosion zu schützen.
- An den Armaturen ist eine vollflächige und nahtlose Trockenschichtstärke von mindestens 250 µm (ideal 300 µm) in der Ausschreibung vorzugeben.
- Bei den Pumpen ist ein Beschichtungssystem in Anlehnung an die Tabelle 7 zu fordern, was bei Pumpen in Trockenaufstellung eine nach oben hin abweichende Trockenschichtstärke (≥ 160 µm) vom im Normalstandard vorgesehenen Beschichtungssystem bedeuten kann.
- Bei Pumpen in Nassaufstellung, bei Rohrschachtpumpen oder bei im Pumpensumpf angeordneten Armaturen muss in allen Oberflächenbereichen die Trockenschichtstärke bei 280–300 µm liegen.
- Kommen Armaturen oder andere Komponenten aus Edelstahl zum Einsatz, die i. d. R. nicht beschichtet werden, sind – basierend auf Tabelle 7 – die Korrosionsbeständigkeitsklassen (KWK) II bis III bzw. IV zu berücksichtigen.



Das Vorhandensein möglicher Streuströme ist im Rahmen des zu treffenden Korrosionsschutzes ebenfalls zu berücksichtigen. Gegebenenfalls sind geeignete Schutzmassnahmen zu definieren und umzusetzen. Es wird in diesem Zusammenhang auch auf Anhang 11 verwiesen.

11.7 Hydraulische Abnahmeprüfungen bei Kreiselpumpen und zulässige Gesamttoleranzen

Kreiselpumpen unterliegen nach der DIN EN ISO 9906 unterschiedlichen Genauigkeitsklassen und damit korrespondierenden Gesamttoleranzen, die zulässig sind. Diese ergeben sich anhand der Überprüfungen (normierter Prüfstand) bei der Nachweisführung zur Einhaltung der geforderten Förder- und Leistungsdaten (Garantienachweis) aus den immer vorhandenen Bautoleranzen und den gegebenen Messunsicherheiten.

Bei Abnahmeprüfungen oder Werksabnahmen, die der DIN EN ISO 9906 unterliegen, werden zur Vereinfachung der bei einem Abnahmeversuch immer gemeinsam auftretenden Toleranzen für die einzelnen Betriebskenngrößen feste Toleranzfaktoren zugrunde gelegt. Diese Toleranzfaktoren für Förderstrom ($\pm t_Q$), Förderhöhe der Pumpe ($\pm t_H$) und Pumpenwirkungsgrad ($\pm t_\eta$) werden auf den Garantiepunkt bezogen.

Die Genauigkeitsklassen in der DIN EN ISO 9906 sind in insgesamt 5 Kategorien unterteilt:

Prüfparameter		Pumpenwirkungsgrad [$\eta_{\text{hydr.}}$]	Pumpenleistung [P]	Förderhöhe [H]	Förderstrom [Q]
Garantieanforderung		Optionale Toleranzvorgaben bei der technischen Spezifikation der Pumpe (entweder/oder)		Obligatorische Toleranzbereiche	
Physikalische Einheit		t_η [%] hydraulischer Wirkungsgrad (Basis %)	t_P [%] Leistungsbedarf (Basis kW)	t_H [%] Förderhöhe (Basis h)	t_Q [%] Förderstrom (Basis l/s oder m³/h)
Abnahmeklasse		[%]	[%]	[%]	[%]
	1U	0	+ 10	0 bis + 6	0 bis + 10
	1E	0	+ 4	± 3	± 5
	1B	-3	+ 4	± 3	± 5
	2B	-5	+ 8	± 5	± 8
	3B	-7	+ 9	± 7	± 9

Tabelle 8: Genauigkeitsklassen nach DIN EN ISO 9906 (Kreiselpumpen)

Eine Überprüfung der geforderten Leistungskenndaten im Werk ist prinzipiell bei jeder Ausschreibung oder Beschaffung einer Pumpe zu fordern. Über ein Prüfzeugnis zu jeder Pumpe sind die erreichten Kennwerte durch den Hersteller glaubhaft zu machen.

Immer dann, wenn die erforderliche Förderleistung und damit auch die sich im Weiteren ergebenden Pumpenkennwerte mit hoher Genauigkeit eingehalten werden müssen, oder wenn hohe Fördermengen bzw. Maschinen mit Saug-/Druckstutzen ab DN 300 zur Ausführung kommen, sollte die in einer Werksabnahme nachzuweisende Genauigkeitsklasse 1E oder sogar 1U gefordert werden. Gleichzeitig sind jedoch auch die



weiteren möglichen Konsequenzen (Abweichungen bei $\eta_{\text{hydraulisch}}$ vom Katalog- zum Garantiewert sind herstellerabhängig möglich) in die Planung mit einzubeziehen.

Eine hohe Genauigkeitsklasse ist immer dann sinnvoll, wenn schon nach unten leicht veränderte Förderleistungen nicht durch Notüberlaufgräben oder Stauraumkanäle o. ä. gefahrlos aufgefangen bzw. gepuffert werden können. Unabhängig davon sollten Abnahmeprüfungen oder Werksabnahmen in diesem Fall auch immer durch die/den fachlich Verantwortliche(n) oder die Fachbauaufsicht begleitet werden.

Eine Genauigkeitsklasse schlechter als 1B sollte nur in begründeten Ausnahmefällen zum Tragen kommen bzw. nicht Grundlage der Planungen sein. Jedoch muss bei dieser Massgabe der tatsächlich garantierte hydraulische Wirkungsgrad nochmals mit dem Hersteller der planerisch fokussierten Pumpe abgestimmt werden.

Verantwortungsbereich(e): Elektrotechnik, Verfahrenstechnik

11.8 Elektrische Leistungsreserve des Antriebsmotors

Am Ende der hydraulischen Pumpenbemessung sind die Wellenleistung und die letztendliche Nennleistung des Antriebsmotors zu berechnen. Entsprechend diesem errechneten Leistungsbedarf der Pumpe ist für die Wirkleistung des Antriebsmotors ein Zuschlag in Form einer elektrischen Leistungsreserve vorzusehen.

Über diese Leistungsreserve werden die Bautoleranzen der Pumpe und auch die unterschiedlichen Förderbedingungen zwischen den Ein- und Ausschaltknoten ausgeglichen. Zuschläge, die sich in der Praxis gut bewährt haben, sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Bei einer Regelung der Anlage mittels Frequenzumrichter ist mit dem Pumpenhersteller abzustimmen, ob die angegebenen Leistungsreserven noch weiter erhöht werden müssen. Hierbei ist ein Ausbau der Leistungsreserve um jeweils weitere 5 % möglich.

Erforderliche Pumpen-/Wellenleistung (P2)			Zuschlag zur Leistungsbestimmung des Normmotors (PN)	Hinweis
≤	bis	7,5 kW	ca. 30 % (≥ 1 kW)	jedoch entsprechend den Normreihen ab- oder aufrunden
> 7,5 kW	bis	22 kW	ca. 20 %	
> 22 kW	bis	45 kW	ca. 15 %	
> 45 kW	bis	... kW	ca. 10 %	

Tabelle 9: Leistungsreserven bei der Grössenbestimmung von Antriebsmotoren

Die in Tabelle 9 gezeigten Zuschläge sind Vorzugswerte, die in einem tolerierbaren Mass und unter Abwägung der Betriebssicherheit bei sich ergebenden Grenzbereichen (z. B. grosse Sprünge in den Normmotorreihen) um 1 bis maximal 3 Prozentpunkte unterschritten werden können. Sie gelten für Pumpen in Nass- und Trockenaufstellung bzw. für Rohrschachtpumpen gleichermassen.



Verantwortungsbereich(e): Elektrotechnik

12 Planungsgrundlagen zum elektrotechnischen Aufbau und Anschluss der Pumpstation

12.1 Energiebilanzierung

Im Rahmen der elektrotechnischen Planungen muss der Energiebedarf für das Pumpwerk ermittelt werden, auch weil der örtliche Energieversorger (EVU) entsprechende Angaben zur Stromlieferung benötigt. Üblich ist es, dem EVU die sogenannte Scheinleistung (kVA) mitzuteilen.

Die Energiebilanzierung beinhaltet im Allgemeinen folgende, zum Teil projektspezifische Verbraucher, wobei ein technisch begründeter Gleichzeitigkeitsfaktor zu berücksichtigen ist:

- Pumpen
- Heizung⁴¹
- Innenbeleuchtung³⁸
- Aussenbeleuchtung
- Keller-/Maschinenraumentwässerung³⁸
- Steuerung (SPS)
- Tauchmotorrührwerke (TMR), Wirbeljets (Umwälzung in Beckenanlagen)
- CEE-Steckdosen (16 A) mit möglichen Verbrauchern
- 230V-Steckdose mit möglichen Verbrauchern
- Schaltschränke
- Antriebe von Kanalschützen etc.
- sonstige Kleinverbraucher (Heizung, Entfeuchtung, ggf. aktive Be- und Entlüftung etc.)
- projektspezifische Verbraucher

12.2 Energieversorgung, Versorgungssicherheit

Pumpwerke in der Nähe von Tunnels und anderen Bauwerken mit einem Energieanschluss des ASTRA werden an dessen Niederspannungsverteilung angeschlossen. Autarke Pumpwerke werden an das Niederspannungsnetz (Netzebene 7) des VNB angeschlossen.

Pumpwerke sind grundsätzlich an das Normalnetz anzuschliessen. Bei Pumpwerken, die bei einem Ausfall der Energieversorgung unmittelbar zu einer Überschwemmung der Fahrbahn führen (z. B. Grundwasserpumpen), ist mittels einer Risikoanalyse abzuschätzen, ob eine zweite Einspeisung oder eine Notstrom- oder USV-Versorgung notwendig ist.

12.3 Aufbau der Starkstromanlagen

12.3.1 Versorgung aus dem Hochspannungsnetz (10 kV)

Sofern Pumpstationen aus einem Hochspannungsnetz versorgt werden müssen, ist das Technische Merkblatt 23001-11130 zu beachten.

12.3.2 Niederspannungsschaltanlage

Die Gebäudeverteilung zur Versorgung der Pumpstation bzw. der Steuerschrank wird im Allgemeinen im oberirdischen Teil der Pumpstation (überflutungssicher) aufgestellt. In der Regel werden je nach Anlagengrösse zwei bis drei, in Ausnahmefällen vier bzw. fünf Schaltschränke aufgestellt (projektspezifisch ggf. mehr). Besteht mindestens die latente Gefahr, dass Hangwasser o. ä. über die Zugangstür in das EG des Betriebsgebäudes oder der Elektrokabine fliessen kann, sind angemessene Schutzmassnahmen zu treffen. **Gleiches gilt, wenn Freiluftschränke zur Ausführung kommen.**

Die elektrische Energieversorgung ist ab dem Übergabepunkt im Betriebsgebäude bzw. in der Versorgungsstation oder bei der Elektrokabine niederspannungsseitig als TN-S-Netz (5-Leiter-Netz), aufzubauen.

⁴¹ Trockenaufstellung.



Abweichendes bei einer vom EVU vorgegebenen und einzuhaltenden TT-Netzform ist möglich (Berg- oder Bodensenkungsgebiete).

Die Niederspannungsschaltanlage ist als Energie-Schaltgerätekombination (PCS) nach SN EN 61439 in Form von Stand- bzw. Anreihverteilerschränken mindestens in der Schutzart IP20 auszuführen (Betriebsgebäude/Kabine). Bei Freiluftschränken ist als Standard die Schutzart IP54 sicherzustellen⁴². Die Schaltschränke beinhalten bei einer **niederspannungsseitigen Einspeisung** grundsätzlich folgende Einbauelemente:

Einspeisefeld

- Hauptschalter (Leistungsschalter mit Meldekontakten)
- Strommessung 3 Phasen
- Spannungsmessung mit Phasen-Umschaltung
- Stromwandler
- 3-phasiges Sammelschienensystem
- Gebäudeverteilung (u. a. Kleinverbraucher), Schaltgeräte (Schütz-Kombinationen) für Pumpenstromkreise
- Umschaltung Normalnetz und Noteinspeisung mit Verriegelung
- Steuerung (SPS) der Pumpen
- Beleuchtung des Pumpwerks sowie Übertragungseinheit der Zutrittskontrolle
- Leistungsschalter für die Pumpen mit Meldekontakten
- Isolationsmessung (Überwachung der gesamten Steuerungsebene)
- Übertragungseinrichtung für Störmeldungen (je nach Baugrösse ggf. auch vom Schaltschrank abgesetzt)

Die Verteilung ist in Einschleif-, Klemmen- und Geräteräume aufzuteilen.

Der Schutzleiter PE der elektrischen Installation muss in das Potenzialausgleich-Netzwerk nach der Maschen- oder Sternpunkt-Anordnung integriert werden.

12.3.3 Einsatz von Trenntransformatoren

In engen Räumen und/oder besonders kritischen Anlagen, die ggf. zudem eine leitende Atmosphäre (< 50 kOhm, vgl. DGUV Information 203-004) aufweisen, kann zum Schutz gegen technische Ausfälle und/oder der dort arbeitenden Personen mittels Trenntransformator ein stationsinternes IT-Netz (Isolé Terre – isolierte Erde) aufgebaut werden.

Hierbei ist zu beachten, dass der PEN-Leiter der EVU-Zuleitung keine Verbindung zur Stationserde haben darf. Die Erdung muss als Betriebserdung ausgeführt werden. Die elektrische Anlage ist durch einen oder mehrere Isolationsüberwachungsgeräte zu überwachen.

Im Gesamtzusammenhang wird zudem auf das Dokument Nr. 511⁴³, Version 0712 d, des Eidgenössischen Starkstrominspektorats (ESTI) sowie auf den Anhang 11 verwiesen.

Eine beengte Umgebung mit leitfähiger Atmosphäre liegt vor, wenn die Möglichkeit besteht, dass Personen mit ihren Körperteilen in Berührung mit ihrem unmittelbaren Arbeitsumfeld gelangen können und darüber hinaus eine Unterbrechung dieser Berührung nur eingeschränkt möglich ist.

Vor den genannten Hintergründen ist bei allen Planungen zu Pumpwerken und deren Nebenanlagen zu prüfen, ob ein ortsfester Trenntransformator nach EN 61558-2-4 VDE 570 einzusetzen ist.

12.4 Schaltschrankaufbau

12.4.1 Anzeigeelemente

Bei Versorgungsstationen gilt: Anzeigen zur Erkennung und Visualisierung des Anlagenzustands und der Messtechnik sind in die Front der Schaltschranktüren anzuordnen. Bei Freiluftschränken bzw. Elektrokabinen sind die vorgenannten Elemente hinter der Fronttür in der dortigen Verteilung zu integrieren.

Alle Anzeigeelemente müssen **ohne Öffnen** der (weiteren) Schaltschranktür ablesbar und (den Pumpen) logisch zugeordnet sein (siehe Anhang 12).

⁴² Die Notwendigkeit einer Beheizung oder Klimatisierung ist stets zu prüfen.

⁴³ Weisung für elektrische Installationen in Abwasseranlagen (We ARA).



Die vorstehenden Aussagen betreffen:

- Amperemeter für den Gesamtstrom der Anlage, ggf. jedes Aussenleiters,⁴⁴
- Energiemessung (zu jeder einzelnen Pumpe sowie zum gesamten Pumpwerk) mit monatlichen und jährlichen Aufzeichnungen,
- Voltmeter für Netzspannung (Anschluss vor dem Hauptschalter),
- Anzeige für Isolationswiderstand,
- Wasserstandsanzeige Pumpensumpf (2 x analog bzw. 2 x digital),
- Amperemeter je Pumpe zur Ablesung des Motorstroms (vorzugsweise analog),⁴⁵
- Leuchtmelder je Pumpe zur Anzeige der Pumpenvorwahl (weiss),
- Betriebsstundenzähler je Pumpe (vorzugsweise analog),
- Impulszähler je Pumpe (vorzugsweise analog),
- Leuchtmelder für ein etwaiges Tauchmotorrührwerk (TMR) o. ä. zzgl. Impuls- und Betriebsstundenzähler (vorzugsweise analog),
- Störmeldetableau zur Anzeige der Störmeldungen (primär/sekundär ⇒ LED), alternativ HMI-Panel mit Touchscreen, programmierbar, um per Anzeige einen schnellen Überblick gemäss dem schematisch dargestellten Störmeldetableau (Beispiel) unter Anhang 10 darstellen zu können.

12.4.2 Bedienelemente

Zur Bedienung der Pumpensteuerung sind Schalt- und Befehlsgeräte in die Front der Schaltschranktüren (bei Aufstellung in BG/Elektrokabine – Trockenaufstellung) oder hinter der Fronttür eines Freiluftschrankes (Nassaufstellung) einzubauen. Dies sind:

- Hauptschalter,
- Not-Halt-Schlüsselschalter mit explizitem Hinweis auf das alleinige Abschalten der Pumpen; i. d. R. keine allpolige Abschaltung,
- Revisionsschalter,
- Hauptschalter in Bestandsanlagen: Ist dieser auch als Not-Halt vorgesehen, ist der Hauptschalter als Not-Aus-Schalter eindeutig zu kennzeichnen (gelb-rot),
- Voltmeter-Umschalter (Überprüfung der Phasenspannung),
- Taster zur Quittierung der Störmeldungen (alternativ HMI-Panel),
- Taster für Lampenprüfung (alternativ HMI-Panel),
- Schlüsselwahlschalter⁴⁶ (Hand–0–Automatik) je **Pumpe** (abziehbar → Automatikstellung),
- Knebelschalter, ggf. auch Taster (kombiniert für 24V und 230V)⁴⁷ je **Pumpe EIN/AUS**,
- Schlüsselwahlschalter (Hand–0–Automatik) **TMR** (abziehbar → Automatikstellung),
- Knebelschalter, ggf. auch Taster (kombiniert für 24V und 230V) je **TMR EIN/AUS**,
- optional: Bedienebene für Armaturen Antrieb analog dem Aufbau «Handbetrieb Pumpen».

Bei den Anzeigegeräten ist eine den tatsächlichen Gegebenheiten entsprechende Skalierung zu berücksichtigen.

Werden Frequenzumrichter zum Regeln (Fördermengenbegrenzung) eingesetzt, ist in den entsprechenden Schaltfeldern eine thermostatgesteuerte aktive Be- und Entlüftung vorzusehen.

12.5 Notstromversorgung

Eine Notstromversorgung über eine Netzersatzanlage (Notstromaggregat) ist im Hinblick auf den Platzbedarf, die Gestaltung der Räumlichkeiten, die Anschaffungskosten sowie auf die Unterhaltungs- und Betriebskosten sehr aufwendig. Auf die Vorhaltung eines ortsfesten Netzersatzgerätes ist daher vorzugsweise zu verzichten. Hingegen ist für die Notstromeinspeisung mittels eines mobilen Netzersatzgerätes eine geeignete und normierte Steckvorrichtung oder Klemme im Bereich der Schaltschrankebene zu installieren, über die für

⁴⁴ Sinnvoll bei kombinierten Pumpwerken mit Strassentunneln, beleuchteten Unterführungen usw. sowie bei geplanten Netzauswürfen (Maximum-Überwachung).

⁴⁵ Alternativ mit Multifunktionsanzeigen, die auch den Betriebsstundenzähler und den Impulszähler abbilden, bei wirtschaftlichen Kostenverhältnissen ausgeführt werden.

⁴⁶ Wahlschalter zur Zuordnung der Bedienhoheit.

⁴⁷ Bei Ausfall der Steuerung Direktschaltung der Aggregate unter 230V und bei Umgehung der SPS.



mindestens eine Pumpe die Steuerung und die Energieversorgung der weiteren wichtigen betriebstechnischen Anlagenbestandteile (z. B. Haustechnik in der Versorgungsstation) sichergestellt werden kann. Steckvorrichtung oder Klemme dienen damit im Bedarfsfall als alternativer Energieeinspeisepunkt.

In Verbindung mit der Noteinspeisung ist zu beachten, dass die beiden Hauptschalter 4-polig und gegenseitig verriegelt ausgeführt sein müssen, um das Netzersatzgerät betriebssicher einsetzen zu können.

Betriebsgebäude/Versorgungsstation:

Zur Anbindung der mobilen Energieersatzversorgung ist in der Gebäudehülle neben der Eingangstür oder in idealer Zuordnung zum Standort der Schaltschrankebene ca. 20 cm oberhalb der Sohle des EG eine mindestens tagwasserdichte und abschliessbare Durchführung (Klappe) zu berücksichtigen. Die Klappe muss bei bestehender Anbindung an das Netzersatzgerät vollständig geschlossen werden können. Die Kabelführung innerhalb des Gebäudes sollte im weiteren Verlauf direkt zur Schaltschrankebene führen.

Eine ortsfeste Notstromversorgung ist nur dann vorzusehen, wenn eine besonders hohe Versorgungssicherheit gefordert wird. Dies ist z. B. der Fall, wenn bei einem Grundwasserpumpwerk eine schnelle und unmittelbare Überschwemmung der Fahrbahn(en) bei Netzausfall droht.

12.6 Elektroinstallationen im Pumpwerk

12.6.1 Grundsätze zu den Installationen

Beim Aufbau der elektrotechnischen Infrastruktur und Schutzeinrichtungen ist prinzipiell die DIN VDE 0113-1 «Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Allgemeine Anforderungen» zu beachten.

Betriebsgebäude/Versorgungsstation:

Im Schaltschrank sind die Sicherungsautomaten für die einzelnen Gebäudestromkreise (Licht, Steckdosen, Beleuchtung, ggf. Kellerentwässerungspumpe etc.) eingebaut.

Für die Steckdosen der Gebäudeinstallation ist auf der Niederspannungsebene die FI-Schutzschaltung anzuwenden und in der Regel für einen betriebssicheren Ablauf ausreichend.

Die Stromkreise der untersten Etage (Maschinenraum bei Trockenaufstellung) werden mit der in Verbindung stehenden Abschalteinrichtung im Falle einer Überflutung allpolig spannungslos geschaltet. Vorzugsweise erfolgt dies über (Drei-)Stabsonden mit Auswerterelais. In diesem Zusammenhang ist sicherzustellen, dass die Energieversorgung und -anbindung der Kellerentwässerung aus dem höhergelegenen Stockwerk erfolgt. Dazu wird ein ausreichend langes, längswasserdichtes Anschlusskabel in die Kellerentwässerungspumpe eingeführt (kein stromseitiger Anschluss im Maschinenraum).

Generelle Anforderungen:

Neben dem Hauptschalter am Schaltschrank, der den Gesamtstrom der Anlage zu- oder abschaltet, sind gesonderte und abschliessbare Revisionsschalter – vgl. SUVA-Merkblatt CE93-9 «Der Revisionsschalter (Sicherheitsschalter)» – in unmittelbarer Nähe zur jeweiligen Pumpe (Maschinenraum bei Trockenaufstellung) oder an einem geeigneten Ort innerhalb der Versorgungsstation⁴⁸ (Nassaufstellung) vorzusehen und eindeutig zu kennzeichnen. Durch diesen sind im Wartungsfall o. ä. die Pumpen allpolig abzuschalten und elektrisch zu verriegeln. Entsprechendes gilt für ein Tauchmotorrührwerk (TMR) o. ä.

Im Rahmen der Ausführungsplanung ist ein Kennzeichnungs-Set für elektrische Anlagen zu berücksichtigen, welches die korrekte Kennzeichnung der elektrischen Anlagen bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten etc. sicherstellt. Die verschiedenen vor Ort anzubringenden Aushänge beinhalten in der Regel Hinweis- und Gefahrenschilder zu elektrischen Anlagen gemäss DIN VDE und Erste-Hilfe-Hinweise gemäss den EKAS-Richtlinien, ausserdem verschiedene Warn- und Gebotsschilder mit Symbolen gemäss ISO 7010, um auf mögliche Gefahren im Bereich von elektrischen Anlagen hinzuweisen.

Entsprechendes gilt für Pumpstationen in Nassaufstellung oder für Rohrschachtpumpen gleichermassen.

⁴⁸ Wird ein Armaturenschacht bei Nassaufstellung vorgesehen, können die Reparaturschalter dort verortet werden.



12.6.2 Elektroinstallationen im Betriebsgebäude/in der Versorgungsstation

Die Abzweigdosen, Schalter, Steckdosen und Sensoren sind in gekapselter Ausführung mit halogenfreien Kunststoffleitungseinführungen vorzusehen. Die einzuhaltende Schutzart entspricht dem Anwendungsbereich IP 54.

In den Technikräumen (Obergeschoss eines Betriebsgebäudes und Maschinenraum) erfolgt die Montage von Steckdosenkombinationen 230/400V. Die Kellerentwässerungspumpe wird dreiphasig über eine separate Steckdose 400V (16A) elektrisch über das darüberliegende Geschoss versorgt.

Im Allgemeinen und als Anhaltspunkt werden im Erdgeschoss des Betriebsgebäudes und im Maschinenraum folgende Elektroinstallationen vorgesehen:

Erdgeschoss (Betriebsgebäude/Versorgungsstation)

- Zutrittsüberwachung gemäss dem Sicherheitskonzept der Gebietseinheit
- 1 Not-Halt-Schlüsselschalter (innerhalb der Schaltschrankebenen)
- 3 Steckdosen (Typ 13) 230V, 16A
- 1 CEE-Steckdose, 16A
- 1 Steckvorrichtung oder ein Klemmkasten (rostfreier Edelstahl) für das Notstromaggregat
- 1 tierimmuner Bewegungsmelder (10 kg) für die Aussenbeleuchtung (Eingangsbereich BG)
- 1 Schalter für die Pumpensumpfbeleuchtung
- 1 Rippenheizkörper je 2 kW (im Zuluftbereich)
- LED-Wannen-/Deckenleuchten (Vollspektrum-Tageslichtleuchte), ca. 18–45 W, Gehäuse aus glasfaserverstärktem Polyester, schwer entflammbar, IP65, Anzahl gemäss Beleuchtungsberechnung (ASR A3.4 bzw. DIN EN 12464-1)⁴⁹
- Not- und Sicherheitsbeleuchtung mit Fluchtweghinweis nach SN EN 50172. Die lichttechnische Anforderung der Notbeleuchtung orientiert sich an der SN EN 1838. Zudem müssen die Leuchten den Anforderungen der Normen SN EN 60598-1 und SN EN 60598-2-22 entsprechen. Weitere relevante Normen zum Gewerk Sicherheitsbeleuchtung sind dem Anhang 17 zu entnehmen
- 2 LED-Aussenstrahler, je ca. 50–95 W (Eingangstüren und Pumpensumpf), Farbtemperatur 4000–5000 K, Gehäuse aus Alu-Druckguss, beschichtet, IP65
- Explosionsschutz im Bereich Pumpensumpf gemäss Ex-Schutz-Dokument, mindestens jedoch II 2 G Ex eb mb op is q IIC T4 Gb (Zone 1 oder 2) / II 2 D Ex tb op is IIIC T80°C Db (Zone 1 oder 2)⁵⁰

Maschinenraum (UG – Trockenaufstellung)

- 1 Not-Aus-Schlüsselschalter (mittig hinter den Pumpen bzw. gut erreichbar in der Nähe der Pumpen montiert)
- 3 Revisionsschalter im Aufbaugehäuse, jeweils saugseitig im Wandbereich vor den Pumpen
- 2 Rippenheizkörper, je 2 kW
- 2 Steckdosen 230V, 16A
- 1 x CEE-Steckdose, 16A
- 1 x Dreistab-/Vierstabsonde (Voralarm, Alarm und Abschaltung der Spannung im UG, ggf. auch Ansteuerung der Kellerentwässerung)
- ca. 3–8 LED-Wannen-/Deckenleuchten (Vollspektrum-Tageslichtleuchte), ca. 18–45 W, Gehäuse aus glasfaserverstärktem Polyester, schwer entflammbar, IP65, Anzahl gemäss Beleuchtungsberechnung (ASR A3.4)
- Not- und Sicherheitsbeleuchtung mit Fluchtweghinweis nach DIN EN ISO 7010:2012-10 und ASR A1.3:2013-02

Im Maschinenraum sind **alle Elektroinstallationen** ca. 20–25 cm oberhalb des Alarm- bzw. Abschaltpunkts anzuordnen (Weiteres siehe Kapitel 14.8).

⁴⁹ Bei einer etwaigen Notwendigkeit von Ex-Schutz: Ausführung gem. Ex-Schutz-Dokument, mindestens jedoch II 2 G Ex eb mb op is q IIC T4 Gb (Zone 2).

⁵⁰ Beispielhafte ATEX-Spezifikation, Geräte-Spezifikationen und Festlegung der Zonen gemäss Ex-Schutz-Konzept obligatorisch.



In den **Zwischengeschossen** sind zur Ausleuchtung ca. 2 LED-Wannenleuchten vorzusehen, es muss jedenfalls ein ausreichendes Beleuchtungsniveau sichergestellt sein. Zudem ist dort auch eine **Not- und Sicherheitsbeleuchtung mit Fluchtweghinweis** (DIN EN 1838) vorzusehen.

12.6.3 Niederspannungsinstallationen

Die Verlegung der halogenfreien Kabel und Leitungen erfolgt auf Kabelbühnen, Steigetrassen, Kabelkanälen oder in Kabelschutzrohren. Die Kabelbühne bzw. Steigetrasse ist in einer ausreichend dimensionierten Breite vorzusehen und nach den statisch-konstruktiven Erfordernissen zu befestigen.

Die Klein- und Befestigungsmaterialien müssen korrosionsfest und zugelassen sein. Verschraubungen an Kabeldurchführungen im Bereich der Pumpen sind in IP65 auszuführen. Es sind Kabelbezeichnungsschilder mit den erforderlichen Informationsinhalten vorzusehen.

HS-, NS-, Steuer- und Messkabel sind stets getrennt zu verlegen. Werden Kabel, Rohre oder Kanäle im Aussenbereich oder in einem Pumpensumpf montiert, so sind Befestigungsmittel je nach Korrosivitätskategorie aus rostfreiem Edelstahl (KWK II/III) zur Befestigung zu verwenden.

Für eine Nachinstallation ist bei den **Kabelwegen (Kabelbühnen, Steigetrassen) und in den Schaltschränken** eine **Installationsreserve** von **20 %** sicherzustellen. Dasselbe gilt auch für das bauliche Platzangebot in Betriebsgebäuden und Versorgungsstationen.

Bei den Kabelwegen ins Betriebsgebäude oder in die Elektrokabine bzw. in die Versorgungsstation ist zu gewährleisten, dass der Anschluss für die Stromversorgung und die Leitungen für die Störmeldeübertragung druckwasserdicht in das Gebäude eingeführt werden.

12.6.4 Beleuchtung und Beleuchtungsniveaus

Sofern nichts anderes vorgegeben ist oder wird, ist die Beleuchtungsanlage grundsätzlich nach DIN EN 12464-1 und auf Basis einer Beleuchtungsberechnung zu planen. Es ist eine mittlere Beleuchtungsstärke von **100 lx** für Verkehrswege im Gebäude (Treppen und Technikräume) sicherzustellen. Im Bereich der Pumpen und Schaltschränke, d. h. im Maschinenraum und im EG, sollte die Beleuchtungsstärke bei rund **200 lx** liegen. Es sind in diesen Bereichen Vollspektrum-Tageslichtleuchten einzusetzen.

Bei Pumpen in Nassaufstellung gilt Entsprechendes, im Pumpensumpf kann das vorgenannte Beleuchtungsniveau ggf. auch mit mobilen Strahlern (Ex-Schutz beachten!) sichergestellt werden.

Einsatzbezogen ist die Beleuchtung wie folgt umzusetzen:

- Wannenleuchten: ⇒ Betriebsgebäude (EG, Maschinenraum, Treppenpodeste), Versorgungsstationen
- Strahler: ⇒ Eingangsbereich, oberhalb des Pumpensumpfs (Trockenaufstellung)
- Ex-Leuchten: ⇒ Pumpensümpfe, Leuchten i. d. R. gemäss Ex-Schutz-Klasse 1, bzw. nach Ex-Schutz-Dokument

Hinweise zur Beleuchtung können auch der Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (Art. 15 «Beleuchtung») entnommen werden.

12.6.5 Heizung und Belüftung in Betriebsgebäuden und Versorgungsstationen

Zum Beheizen eines Betriebsgebäudes oder einer Versorgungsstation sind elektrisch betriebene Rippenheizkörper (je 2.0 kW) vorzusehen. In der Regel sind zwei Rippenheizkörper im Maschinenraum (UG) und ein Rippenheizkörper im Obergeschoss (Elektrokabine) ausreichend. Auf ein gemeinsames Raumthermostat ist zu verzichten. Jeder Heizkörper ist mit einem fest eingebundenen Thermostat zu versehen. **Das Einschalten der Heizkörper erfolgt bei + 1 °C und das Ausschalten bei + 5 °C (Frostschutz).** Die Heizung dient lediglich dem Frostschutz und der Entfeuchtung. Bei Arbeitseinsätzen müssen bei Bedarf mobile Heizgeräte mitgeführt werden.

Eine Luftzirkulation im Betriebsgebäude oder in der Versorgungsstation erfolgt im Allgemeinen durch natürliche Konvektion/Lüftung über ein Zuluftwetterschutzgitter, ggf. mit angeschlossener Lutte in den Maschinenraum und einem zur Zuluft deutlich versetzten Abluftgitter mit Wetterschutz. Insektenschutzgitter sollten im Zu- und Abluftbereich ebenfalls vorgesehen werden.



12.6.6 Kompensation und Einsatz von Frequenzumrichtern (FU)

Die Pumpen sind stets einzeln kompensiert zu planen bzw. auszuschreiben (Drehstromkondensator im Schaltschrank, passend zum Antriebsmotor, mit definierten $\cos \varphi$). Auf eine zentrale Kompensationsanlage für das Pumpwerk ist zu verzichten.

Der Einsatz von Frequenzumrichtern (FU) wird zur Anlaufstrombegrenzung immer häufiger durch die EVU gefordert. Eine Stern-Dreieck-Schaltung wird heute i. d. R. nicht mehr, ein Sanftstarter nur noch in Einzelfällen zugelassen (Stichwort «Netzurückwirkungen»).

Im Rahmen der Gespräche mit dem EVU ist mit diesem – für den Fall, dass ein FU eingesetzt werden muss – abzustimmen, welcher THD-Wert (Total Harmonic Distortion)⁵¹ betreiberseitig sicherzustellen ist und/oder ob bestimmte Netzfilter erforderlich werden. Hierzu sollte bereits in etwa bekannt sein, wie lang die elektrische Versorgungsleitung in die Pumpstation sein wird.

Bei den FU, die mit Blick auf zu vermeidende Netzurückwirkungen und auf die Anlaufstrombegrenzung in Zukunft immer häufiger zur Ausführung kommen, sind insbesondere

- Überstrom,
- Überspannung,
- Übertemperatur,
- der Ladekreis,
- Phasenausfall an Ein- oder Ausgang sowie
- der Kurzschluss

zu überwachen und (fern-)meldetechnisch zu versorgen. Der Status des FU muss angezeigt werden bzw. abrufbar sein.

12.6.7 Sicherheitskonzept sowie Einbruch- und Zugangskontrolle

Betreiber von Starkstromanlagen müssen im Bereich der Nationalstrassen für die Arbeiten und den Umgang mit elektrischen Anlagen ein Sicherheitskonzept erarbeiten. Im Rahmen dieses Konzeptes sind diejenigen Personen zu instruieren, die Zugang zu den Betriebsbereichen haben, dort betriebliche Handlungen vornehmen oder an den Anlagen arbeiten.

Das Sicherheitskonzept ist nach dem Leitfaden für die Erstellung des Sicherheitskonzeptes der Nationalstrassen (ASTRA 86025) aufzubauen und gilt auch für Pumpstationen bzw. kombinierte SABA.

Verantwortungsbereich(e): Elektrotechnik

13 Elektrische Schutz- und Ex-Schutz-Massnahmen

13.1 Blitz- und Überspannungsschutz

In der Projektierung ist das Technische Merkblatt «Erdungsanlage und Blitzschutz» zu beachten.

13.2 Erdung und Potenzialausgleich

Die Erdungsanlage muss die Schutz- und Betriebserdung der energieverorgungs- und der leittechnischen Anlagen und eine ausreichende Erdung für den internen Blitzschutz sicherstellen. Es sind u. a. die Schweizer Normen SNR 464113 (Fundamenterder) sowie die SNR 464022 (Blitzschutzsysteme) zu beachten. Im Weiteren wird ergänzend auch auf die DIN EN 62305-3, die DIN 18014 und DIN VDE 0100-540 sowie das Technische Merkblatt 23 001-11710 «Erdungsanlagen und Blitzschutz» verwiesen.

Alle baulichen Anlagenbereiche des Pumpwerks sind mit einem in rostfreiem Edelstahl ausgeführten Ringerder (KWK III. z. B. Werkstoff 1.4571/1.4404 o. glw.) auszurüsten⁵². In einem Betriebsgebäude und in dem dortigen Maschinenraum bzw. in einer Versorgungsstation ist der Ringerder zum Anschluss der einzelnen Leitungen mit einer zentralen Potenzialausgleichsschiene zu verbinden. Die Erdungsanlage ist stets nach den Bestimmungen für Erdungsanlagen sowie den VDE-Vorschriften (DIN VDE 0100 Teil 200 und DIN 18014) in ihrer jeweils gültigen Fassung auszuführen.

Die zu erbringenden und vor Ort gemessenen Widerstandswerte sind in einem Protokoll festzuhalten und den Bestands- bzw. Betriebsunterlagen beizufügen.

⁵¹ Definiert als das Verhältnis der summierten Leistungen P_h aller Oberschwingungen zur Leistung der Grundschiwingung P_1 .

⁵² Eine abweichende Materialwahl ist der Fachabteilung im BS anzuzeigen und fachlich zu begründen.



Alle leitfähigen Bauteile der Pumpstation, die nicht zur Stromführung dienen (z. B. Metalllatten, Stahlstützen, Betonarmierung, Kranschiene, ggf. metallene Bodenrahmen, Versorgungsleitungen, Kabeltrassen und alle Armaturen und Rohrleitungen, Schachtabdeckungen sowie die Pumpen), müssen in das Potenzialausgleich-Netzwerk (Berührungsschutz) einbezogen werden. Für den Potenzialausgleich sind dazu alle elektrisch leitenden metallischen Bauteile bzw. Einbauten in der Pumpstation miteinander zu verbinden und auf die Potenzialausgleichsschiene zu führen. Die Flanschverbindungen der Pumpen und Rohrleitungen müssen von Flansch zu Flansch metallisch leitend und mit einem ausreichenden Leitungsquerschnitt überbrückt werden, was auch für alle weiteren metallischen Verbindungsstellen – gewerkunabhängig – gilt.

Im Bereich der Podeste müssen ebenfalls Erdungsfestpunkte einbetoniert werden. Von dem Fundament der Podeste führt der Anschluss über die Anschlussfahnen der Anschluss an die Überspannungsschutzanlage. Alle leitfähigen Teile (z. B. auch Geländer) der gesamten Pumpstation sind gemäss DIN VDE 0100, Teil 400, mit dem Fundament der Podeste verbunden bzw. in den Potenzialausgleich einzubeziehen.

Bei der Errichtung der Erdungsanlage sind alle erforderlichen Erdübergangswiderstände einzuhalten.

Im Weiteren ist zu beachten:

- Potenzialausgleichsschienen sind so zu installieren, dass Schränke, Gehäuse und Gestelle von elektrotechnischen Systemen in das Potenzialausgleich-Netzwerk integriert und Versorgungsleitungen, elektrische und Datenleitungen an den Grenzen der LPZ⁵³ an den Potenzialausgleich angeschlossen werden können.
- Alle Potenzialausgleichsschienen müssen durch Erdungsleiter (nicht länger als 1 m) mit dem Potenzialausgleich-Netzwerk auf kürzestem Weg verbunden werden.
- Die Mindestabmessungen der Leiter müssen für Massnahmen des Blitzschutz-Potenzialausgleichs geeignet sein (z. B. 16 mm² CU oder 50 mm² Aluminium/Stahl bzw. nach Erfordernis).
- Alle Verbindungen, Anschlussstellen und Schrauben von Blitzschutzeinrichtungen müssen gegen Selbstlockerung gesichert sein.
- Erdungs- und auch Blitzschutzanlagen für den inneren und äusseren Blitzschutz sind so zu errichten, dass sie einer regelmässig wiederkehrenden Prüfung gemäss DIN EN 62305-3, Beiblatt 3, unterzogen werden können. Entsprechendes ist im Wartungs- und Instandsetzungsvertrag zu verankern.

13.3 Explosionsgefährdete Zonen

Explosionsgefährdete Zonen sind in allen Bereichen der Pumpstation bzw. der damit kombinierten SABA über ein Ex-Schutz-Dokument zu identifizieren und festzulegen. In diesem Zusammenhang wird auch nochmals auf die Ausführungen unter Kapitel 10.2 f. Bezug genommen.

Im Weiteren ist zu beachten:

- Bei Vorhandensein von explosionsgefährdeten Zonen sind die geplanten Massnahmen für die elektrischen Betriebsmittel zu beschreiben sowie die Gerätekategorie festzulegen.
- Elektrische Komponenten sind möglichst ausserhalb der festgelegten Explosionsschutz-zonen zu montieren oder ansonsten gemäss den Anforderungen an den Explosionsschutz zu projektieren und zu installieren.
- Explosionsgefährdete Zonen müssen in den Kataster der Gebietseinheit eingetragen werden.

⁵³ Blitzschutzzone(n) (LPZ = Lightning Protection Zone).



14 Steuerung, Regelung und Betrieb der Pumpen

14.1 Grundsätze im Rahmen der Planung

Bei der Auslegung bzw. Ausrüstung des Pumpwerks ist generell auf eine vorkonfektionierte Kompaktsteuerung o. ä. ausdrücklich zu verzichten, da diese im Allgemeinen nicht die beim ASTRA standardisierten Stör- und Betriebsmeldungen abdeckt und somit mit dem Gesamtkonzept der Pumpstation bzw. der damit kombinierten SABA inkompatibel ist.

Die Steuerung des Pumpwerks ist somit über eine individuelle und frei programmierbare SPS zu realisieren.

14.2 Lastenheft (Steuerung und Regelung der Pumpen)

Spätestens im Massnahmen- oder Detailprojekt ist ein Lastenheft (Soll-Konzept) anzufertigen, aus dem die Steuerung und Regelung des Pumpwerks als Basis für das spätere Pflichtenheft (Ist-Konzept) hervorgehen. Hierbei müssen die relevanten Inhalte dieser Projektierungshilfe Beachtung finden.

14.3 Betrieb der Pumpen mit einer Regelung

Muss eine Fördermengenbegrenzung im Auslaufbereich der Pumpstation beachtet werden, kommt allgemein eine Frequenzumrichtung zum Tragen, die in Verbindung mit einem MID (Informationsquelle für die Führungsgrösse) die Pumpen in ihrer Drehzahl und damit in ihrer Fördermenge begrenzt. Für diesen Fall ist darauf zu achten, dass alle Pumpen stets synchronisiert mit derselben Drehzahl betrieben werden. Dies verhindert, dass eine gegenseitige Beeinflussung der Maschinen durch eine erzwungene Teillast entsteht, welche wiederum eine negative Beeinflussung des Laufrads, der Welle und der Lager in der Pumpe mit sich führt. Zu beachten ist in jedem Fall und insbesondere bei Trockenaufstellung, dass die vom Hersteller vorgegebene Mindestfrequenz nicht unterschritten wird (Temperaturentwicklung und Eigenkühlung des Motors).

Wichtig für das Anfahren der Pumpen aus dem Stillstand ist im Weiteren, dass diese über eine ausreichend schnell ansteigende Anfahrrampe auf die maximal mögliche Motordrehzahl und erst dann auf die Soll-Drehzahl⁵⁴ gebracht werden (Sägezahnprofil), damit ggf. im Kugeldurchgang abgelagerter Sand/Schlamm nicht mit der Zeit das Laufrad verlegt. Das Laufrad muss sich also beim Anfahren der Pumpe von Ablagerungen freischleudern können. Die idealen Umfangsgeschwindigkeiten liegen zwischen 15–20 m/s.

14.4 Anlagensteuerung

Die Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) übernimmt alle Steuerungs- und Meldefunktionen der Pumpen. An den Eingängen sind Hilfskontakte aller Schalter und Sicherungsautomaten sowie aller Befehls- und Überwachungsgeräte angeschlossen. Die Ausgänge steuern die Anlaufstrombegrenzer der Pumpen, Leuchtmelder und Störmelderelais an.

Alle technischen Anforderungen an die Anlagensteuerung sind dem Technischen Merkblatt 23001-11624 zu entnehmen.

Die zu empfehlenden Meldungen, die über das UeLS mit Unterscheidungen in Meldungen 1. Ordnung (sehr hohe Priorität → sofortiges Handeln erforderlich) und 2. Ordnung (hohe Priorität → Handeln am nächsten Werktag ausreichend) an eine ständig besetzte Stelle zu übertragen sind, sind dem Anhang 10 zu entnehmen. Die hier dargestellte Tabelle enthält gängige und zugleich projektspezifische Meldungen, die auch vor Ort in dieser Form und Aussage an einem Störmeldetableau bzw. über ein HMI-Panel angezeigt werden können. Alle Störmeldungen dürfen nur vor Ort im bzw. am Pumpwerk quittierbar sein!

An die SPS sind folgende Steuerungselemente angeschlossen:

Digitale und/oder analoge Eingänge

- Hilfs- (Stellungs-)kontakte des Hauptschalters
- Trafo-Überwachung (optional)
- Hand-0-Automatkschalter Pumpen (Schlüsselwahlschalter)
- Hand-0-Automatkschalter TMR (Schlüsselwahlschalter)

⁵⁴ Achtung: Pumpen mit Dichtpackungen können nicht drehzahl geregelt werden, die Packung dichtet nur bei einer festen Drehzahl!



- optional: Hand-0-Automatikschalter Armaturenantriebe (Schlüsselwahlschalter)
- optional: Taster EIN/AUS je Pumpe
- optional: Taster EIN/AUS je TMR
- optional: Taster EIN/AUS für Armaturenantriebe
- Wasserstandmessung
- Drehwinkelsensor, Strommessung oder Näherungsschalter (Bestand) der Trockenlaufüberwachung
- Meldekontakte Not-Aus und Überflutung Maschinenraum bzw. Revisionsschalter
- Meldekontakte Netzüberwachungsrelais und Isolationsüberwachung
- Ausgänge des FU (Betriebs- und Störmeldungen)
- Hilfskontakte aller Sicherungsautomaten (auch Hausinstallation)
- Hilfskontakte Überspannungsschutzelemente

Digitale und/oder analoge Ausgänge

- Start-/Stopp-Frequenzumrichter (FU)
- Leuchtmelder Pumpenvorwahl (Visualisierung der Anlaufvertauschung – LED)
- Leuchtmelder Hand-/Automatikschaltung (LED)
- LED vom Störmeldetableau/HMI-Panel
- Übertragung von Betriebs- und Störmeldungen
- Schütz zur Meldung SPS-Ausfall (Eigenüberwachung)
- Leuchtmelder Einbruchalarm «scharf/unscharf»
- in begründeten Ausnahmefällen (ggf. Altbestand): Stern-Dreieck-Schützkombinationen der Pumpen

Hinweis:

Es muss immer möglich sein, das Pumpwerk bzw. die Pumpen auch bei nicht verfügbarer SPS zu betreiben! Dazu sind die entsprechenden (Schlüssel-)Schalter (Handbedienebene am Schaltschrank) mit 24V (SPS) und 230V (Direktschaltung) über zwei getrennte Spannungsebenen zu versorgen. Hierzu wird je ein Ausgang der SPS, von dem ein Schütz auf der 24V-Ebene (ggf. USV-gepuffert) versorgt wird, auf 1 gesetzt. Die Anzahl dieser Schütze besitzt entsprechend der Anzahl der zu betreibenden Pumpen eine bestimmte Anzahl von Öffnern. Fällt die SPS aus, wird der Ausgang an der SPS = 0 gesetzt und die Öffner am vorgenannten Schütz schliessen, was die Versorgung der 230V-Ebene und die Handbedienung sicherstellt.

Für den manuellen Betrieb ist eine Schaltung/Verdrahtung für die Pumpen und einem TMR oder Wirbeljet, die möglichst über zwei Ebenen aufgebaut ist, vorzusehen. Fällt die SPS (24V-Ebene) aus, sind die jeweiligen Schlüsselwahlschalter (Schalthoheit) und die entsprechenden Knebelschalter direkt über 230V auf die entsprechenden Schütze bzw. die Eingänge des Leistungsbegrenzers (FU) zu schalten (Erhöhung der Arbeitssicherheit – bewusste Schaltung).

Wichtig: Wird die Pumpstation in Handschaltung **und** bei aktiver SPS betrieben, ist sicherzustellen, dass alle Sicherheitsschaltungen und Überwachungen des Automatikbetriebs erhalten bleiben.

14.5 Automatisierung und Betrieb der Pumpstation

14.5.1 Grundsätzliche Anforderungen

Pumpen:

Der Automatikbetrieb wird über die SPS gewährleistet. An diese sind alle Befehls-, Melde- und Überwachungseinheiten angeschlossen.

Der Betrieb der Pumpstation erfolgt – über die redundante Wasserstandmessung – automatisiert auf Basis der steigenden bzw. fallenden Wasserspiegellage im Pumpensumpf. Ausgehend vom zuvor bestimmten Nutzvolumen (V_{Nutz}), der Sohlentiefe und der erforderlichen Saugrohr- bzw. Pumpenüberdeckung⁵⁵ als auch unter Berücksichtigung des Zulaufniveaus (h_{ZU}) in den Pumpensumpf sind durch die Planenden die Schaltkoten (EIN/AUS) für die Pumpen festzulegen. Hinzu kommen auch Voralarm- und Alarmkoten, die bei kritischen Wasserspiegellagen eine entsprechende Meldung generieren (z. B. Überflutung Pumpensumpf). Während sich der **Einschaltpunkt der ersten Pumpe** (P_{Einzel}) im Zusammenhang mit der Saugrohr- bzw. Pumpenüberdeckung (tiefster Ausschaltpunkt) und dem schaltspielabhängigen Nutzvolumen der grössten

⁵⁵ Bei Pumpen in Nassaufstellung ist der einzuhaltende tiefste Ausschaltpunkt (vgl. Abbildung 5) zu berücksichtigen.



Einzelpumpe ergibt, ist **der Einschaltpunkt für den Parallelbetrieb** ($P_{I/III}$) sorgfältig und mit einer angemessenen Einschalthöhe abzuwägen. Die Schaltabstände sollten ideal bei einem Höhendifferenzwert von $\geq 0,5$ Meter, minimal bei 0,3 Meter, liegen.

Einschaltunkte für den Parallelbetrieb, die nur wenige Zentimeter nach P_{Einzel} erfolgen oder erst nahe der Zulaufhöhe in dem Pumpensumpf liegen, sind zu vermeiden. Dies gilt prinzipiell auch für das Einstauen in die Zulaufleitung. Projektspezifische bzw. begründete Abweichungen sind jedoch u. U. möglich.

Bei sinkendem Wasserspiegel ist das Ziel zu verfolgen, ein Pendeln (EIN/AUS) der Pumpen zu vermeiden. Dies wird erreicht, indem die parallel betriebenen Maschinen nahezu gemeinsam abschalten. Um jedoch ein plötzliches Abreißen der Wassersäule in der (Sammel-)Druckrohrleitung zu vermeiden (Druckstoss, Klappenschlag), ist bei einer Annäherung hin zum Ausschwaltwasserspiegel in umgekehrter Reihenfolge ein Schaltversatz von ca. 5–10 cm zwischen den Pumpen einzuhalten. Die letzte Pumpe schaltet beim festgelegten Ausschwaltwasserspiegel ab. Hierbei ist es sinnvoll, dass die als erstes in Betrieb gegangene Pumpe auch als erstes abschaltet (Angleichen der Betriebsstunden).

Automatisierte Komponenten im Pumpwerk:

Ebenfalls durch die SPS angesteuert werden etwaige automatisierte Kanalspindelschieber oder Schieber, die sich möglicherweise im Umfeld der Pumpstation befinden und z. B. bei bestimmten Förderleistungen oder Wasserständen das Niveau in den angeschlossenen Beckenanlagen der (kombinierten) SABA steuern sollen.

Wasserstandmessung im Maschinenraum (Trockenaufstellung):

Der Wasserstand im Maschinenraum (UG), standardisiert überwacht und signalisiert über eine Drei- oder Vierstabsonde, ist ebenfalls über die SPS auszuwerten.

Über die Sonden kann auch die Kellerentwässerungspumpe über ein gesondertes Schütz angesteuert werden. Der Automatik- und Handbetrieb ist über einen Schalter sicherzustellen.

Anlaufvertauschung der Pumpen:

Um eine gleichmässige Nutzung und einen gleichmässigen Verschleiss der installierten Pumpen zu erhalten, ist die Anlaufreihenfolge der Pumpen automatisch nach **jedem Zyklus** (Einschaltbefehl) zu vertauschen. Die Reservepumpe(n) wird/werden in die Vertauschung mit einbezogen. Hierbei ergeben sich im Allgemeinen folgende Vertauschungsreihenfolgen: $P1, P2, (P3) / P3, P1, (P2) / P2, P3, (P1)$ usw. Die Anlaufvertauschung ist auf Basis der Auswertung von Betriebsstunden ausdrücklich nicht vorzunehmen.

Am Schaltschrank ist die als Nächstes in Betrieb gehende Pumpe als Information für das Wartungs- und Servicepersonal visuell anzuzeigen (Pumpenvorwahl). Gleichfalls sind am Schaltschrank je Pumpe autarke, rückstellbare Betriebsstunden- und Impulszähler vorzusehen. Sie können sowohl analog als auch digital ausgeführt werden. Der Anzeigebereich ist 6- bzw. 5-stellig auszuführen, wobei der Betriebsstundenzähler eine Nachkommastelle besitzt.

Wasserstandmessung im Pumpensumpf:

Die Wasserstandmessung im Pumpensumpf erfolgt vorzugsweise über eine parallel arbeitende und redundant⁵⁶ ausgeführte hydrostatische Druckmesssonde mit einem analogen (0/4–20 mA) oder digitalen Ausgang (Bus-Protokoll). Die zur Ausführung kommende hydrostatische Wasserstandmessung muss generell eine hermetische Kapselung besitzen, damit das Messelement absolut unempfindlich gegenüber Kondensat, Betauung und – bei Nassaufstellung – auch gegenüber aggressiven Gasen ist. Vor allem im Bereich von nass aufgestellten Pumpen müssen die Ex-Schutz-Anforderungen bzw. die ATEX-Produktrichtlinien beachtet werden. Entsprechende Vorgaben bei Pumpen in Trockenaufstellung sind u. U. möglich.

Die Wasserstandmessung kann durch ihre Redundanz mit einer bestimmten Logik aufgebaut werden. Das **Einschalten** der Pumpen ist mit einer **ODER-Funktion** zu verknüpfen. Beim **Ausschalten** der Pumpen ist eine **UND-Verknüpfung** vorzusehen. So kann insgesamt sichergestellt werden, dass die Pumpen rechtzeitig einschalten und ausreichend lange pumpen. Die UND-Logik kann auch bei einem defekten Sensor fortgesetzt werden, da das Prozesssignal (0/4–20 mA) dieser Messeinheit bereits den Wert 4 mA besitzt.

⁵⁶ Da das Wasserstandüberwachungssystem die primäre Steuergrösse für den Pumpenbetrieb liefert, ist dieses aus Sicherheitsgründen stets **2-fach** (redundant) auszuführen.



Die hydrostatischen Druckaufnehmer haben einen Signalausgang von 0/4–20 mA. Dieser Strom wird über Analogeingänge der SPS ausgewertet und entsprechend den Schaltpunkten (Ein-/Ausschaltpunkte der Pumpen, Alarmmeldung Überflutung) zugeordnet. Ein Wert < 4 mA wird als Störung des Messwandlers erkannt. Die Spannungsversorgung erfolgt über eigene Netzgeräte oder Spannungswandler mit galvanischer Trennung der Ein- und Ausgangsspannung, um Störungen der Messelektronik, z. B. durch Schützsicherungen und Überlagerungen durch andere Ströme, zu vermeiden. Abweichungen der beiden parallel angeordneten Druckaufnehmer ≥ 10 cm sind als Störung zu signalisieren.

Hinweis bei der Trockenaufstellung:

Die Wasserstandmessung ist im Maschinenraum nach Möglichkeit mittig zwischen zwei Pumpen zu platzieren. Dabei sollen die Druckmesssonden vorzugsweise auf dem Niveau der Saugrohrachse oder der Rohrsohle liegen, um die Höhe der Wassersäule oberhalb des Saugrohrs ausreichend genau (ein)messen zu können.

Der schematische Aufbau einer Wasserstandmessung bei Trocken- und Nassaufstellung ist dem Anhang 13 zu entnehmen.

Manueller Betrieb der Pumpen:

In Abhängigkeit der Anzahl der Pumpen sind in der Schaltschranktür integrierte Schlüsselwahlschalter mit den möglichen Stellungen **Hand–0–Automatik** vorzusehen. Durch diese ist ein Handbetrieb der Pumpen, z. B. für Probeläufe, zu ermöglichen. Denkbar sind hierbei grundsätzlich zwei Methoden: So kann der manuelle Pumpenbetrieb direkt über die entsprechende Anwahl am Schlüsselwahlschalter erfolgen. Eine höhere Sicherheit (Arbeitssicherheit) wird jedoch erreicht, wenn über den Schlüsselwahlschalter zunächst nur die Schaltheite verändert wird und erst über eine nachgeordnete Ebene das Ein- und Ausschalten möglich wird. Das Schalten der Pumpen über diese zusätzliche Schaltebene überführt den manuellen Betrieb der Maschinen in eine noch bewusstere Handlung und vermeidet effektiver etwaige Fehlhandlungen.

Der Schlüssel des Wahlschalters darf nur in der Stellung «Automatik» abgezogen werden können. Dies stellt sicher, dass bei einem etwaigen Verlassen der Pumpstation mit abgezogenen Schlüsseln die Schaltheite wieder dem Automatikbetrieb zugeordnet ist.

Im manuellen Betrieb dürfen die Sicherheitseinrichtungen an den Pumpen bei weiterhin aktiver SPS grundsätzlich nicht abgeschaltet werden.

14.5.2 Möglichkeiten beim Aufbau der Steuerung

Je nach Komplexität und Art der Anlage sowie der vorhandenen übergeordneten Leittechnik kann die Steuerung folgendermassen erfolgen:

- eigene Anlagesteuerung SABA oder Integration in bestehende Anlagesteuerung
- eine oder mehrere Lokalsteuerungen unter einer übergeordneten Anlagensteuerung
- Signalaustausch mittels Remote I/O-Modulen zu einer übergeordneten Steuerung
- Signalaustausch mittels potenzialfreier Kontakte

Die Anlagesteuerungen sind in das übergeordnete Leitsystem einzubinden. Es müssen mindestens die Datenpunkte gemäss Richtlinie 13032 übertragen werden. Zudem muss die Anlagensteuerung über das UeLS überwacht und gesteuert werden können. Das Aufheben einer Havarie darf nur vor Ort erfolgen können.

Die Anlagen müssen auch bei Ausfall der übergeordneten Steuerung autonom funktionieren.

Werden Schieber oder Pumpen etc. vor Ort fest installiert, so müssen diese im zugehörigen Steuerkasten via Blindschaltbild oder Touch-Panel bedient werden können.

Mithilfe der Handschalter (EIN/AUS/AUTO (Fern)) können alle Pumpen und alle Schieber separat ein- und ausgeschaltet werden, unabhängig davon, in welchem Zustand sich die Steuerung befindet.

Die detaillierten Betriebszustände (z. B. Normalbetrieb, Tunnelreinigung, Havarie, Unterhalt etc.) werden für die Erstellung der Steuerung während der Projektierung durch den Bau definiert.



Verantwortungsbereich(e): Elektrotechnik, Verfahrenstechnik

14.6 Elektrotechnische Sicherheitseinrichtungen

14.6.1 Notbetrieb der Pumpen

Bei Ausfall der SPS ist kein automatischer Betrieb mehr möglich. Dieser Ausfall ist zu erfassen, als Störmeldung zu verarbeiten und zur ständig besetzten Stelle abzusetzen.

Kommt es zu einem SPS-Ausfall, muss eine Direktansteuerung der Pumpen **bei Umgehung der SPS** über die zuvor beschriebene Hand- bzw. Notbedienebene immer möglich sein. Hierzu ist es wichtig, dass die i. d. R. einzusetzenden FU (Anlaufstrombegrenzer) über digitale Ein- und Ausgänge verfügen. Ein dauernd gesetzter Ausgang der SPS steuert ein Schütz an. Fällt dieses Schütz ab, wird die Steuerspannung der Pumpen auf die zweite Ebene des schaltungsauslösenden Pumpenwahlschalters gegeben. Hierüber kann dann in der Stellung «Hand» der Anlaufstrombegrenzer direkt geschaltet werden.

Der Pumpenlauf muss unter Beobachtung der Wasserstandanzeige und der Stromaufnahme (Schaltschrank) bei den Maschinen sowie unter Kontrolle der Klappenstellung an den RSK erfolgen. Dies gilt für Pumpen in Nass- und Trockenaufstellung etc. gleichermassen.

14.6.2 Not-Halt-Schalter

Trockenaufstellung:

Im Maschinenraum bzw. im Aufstellraum der Pumpen ist an der freien Wand mittig gegenüber dem Pumpensumpf bzw. gut zugänglich in der Nähe der Pumpen, in ca. 1,5 m Höhe über OKF und/oder oberhalb des Antriebsmotors ein Not-Halt-Schlüsselschalter zu installieren.

Der Not-Halt-Schalter schaltet die Steuerspannung für die Netzschütze ab und unterbricht damit den Leistungsstromkreis aller Pumpen. Eine Wiedereinschaltung bzw. die Rücksetzung darf nur am Steuerschrank durch Quittierung möglich sein.

Sollte beabsichtigt sein, dass über den Not-Halt-Schalter der gesamte Schaltschrank spannungsfrei geschaltet wird, muss dieser den Einspeiseschalter freischalten. Eine weitere Möglichkeit ist, dass der Not-Halt-Schalter bei Betätigung die Steuerspannung über die SPS unterbricht und gleichzeitig über Not-Halt-Relais die Versorgungsspannung der Lastkreise aller Pumpen abschaltet. Für diese Variante müssen dann die Leistungsschalter der Pumpen mit einer Auslösung vorgesehen werden. Dabei darf es nicht zu einer Verwechselung mit dem Revisionsschalter kommen, welcher im Laststromkreis der Pumpen eingebunden ist.

Am Schaltschrank ist neben dem Hauptschalter ebenfalls ein Not-Halt-Schalter mit der entsprechenden Einwirkung vorzusehen. Dieser ist jedoch – bei entsprechender Variantenwahl – zusätzlich in der Art zu kennzeichnen, dass zutrittsberechtigten Personen unmissverständlich deutlich wird, dass über diesen Schalter kein elektrisches Freischalten der gesamten Schaltanlage und damit der elektrischen Verbraucher bewirkt wird (siehe vor).

Alle in der Pumpstation verbauten Not-Halt-Schalter sind als sogenannte Not-Halt-Steuerung drahtbruchsicher in Reihenschaltung auszuführen. Diese Vorgaben gelten für nass und trocken aufgestellte Anlagen gleichermassen.

Projektspezifisch können auch kombinierte Hauptschalter (gelb-rot) mit Not-Halt-Funktion zur Ausführung kommen. Wird diese Ausführungsvariante gewählt, ist dieser Schalter neben der speziellen Farbgebung auch zusätzlich und eindeutig als Not-Halt-Einrichtung zu beschriften.

Da sich der kombinierte Hauptschalter der Anlage u. a. auch auf die Gebäudebeleuchtung auswirkt, ist in dessen Bereich, aber auch im Maschinenraum, eine Akku-Handlampe zu hinterlegen. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass bei Betätigung der Not-Halt-Einrichtung z. B. im Gefahrenfall ein Hilfsmittel als Orientierungsmöglichkeit für das Betriebspersonal vorhanden ist.

Revisionsschalter zum allpoligen Abschalten der Pumpen sind ausserdem vorzusehen. Diese sind über voreilende Öffner mit dem Leistungsschutz zu verbinden, um Lastabschaltungen an den Kontakten des Revisionsschalters zu vermeiden, sofern diese dafür nicht ausgelegt sind. Verriegelung und Anzeige werden auch über die SPS durchgeführt.

Mit Verweis auf Kapitel 12.6 f. sind die Revisionsschalter gemäss SUVA-Merkblatt CE93-9 zur Ausführung zu bringen.

Hinweis:

Die Deaktivierung des Not-Aus-Schalters und auch des Reparaturschalters darf nicht dazu führen, dass die Pumpen etc. sofort wieder automatisch anlaufen können. Es muss zuvor immer eine Quittierung am



Schaltschrank vor Ort erfolgen, was im Aufbau der Elektrotechnik und bei der Programmierung des SPS hinreichend zu berücksichtigen ist.

Nassaufstellung:

Die Funktionen des Not-Halt-Schalters und weitere zu treffende Sicherheitsmassnahmen sind grundsätzlich identisch mit denen bei der Trockenaufstellung. Jedoch ist bei einer Nassaufstellung der Montageort dieser Sicherheitseinrichtung im Bereich der Versorgungsstation oder eines Freiluftschrankes sowie innerhalb eines Armaturenschachts vorzusehen.

14.7 Förderkontrolle und Trockenlaufüberwachung bei den Pumpen

Zur Vermeidung von Schäden an den Pumpen durch einen stark reduzierten Förderstrom oder gar durch vollkommenen Trockenlauf ist der Wasserdurchfluss durch die Rückschlagklappe (RSK) zu überwachen. Bei Pumpwerken mit sehr geringen Fördermengen kann alternativ auch eine Überwachung von Über- und Unterstrom erfolgen (Weiteres siehe nachfolgend).

Die unterschiedlichen Fördermengen im Einzel- und Parallelbetrieb bewirken i. d. R., dass sich die RSK unterschiedlich weit öffnet. Hierdurch kommt es auch zu unterschiedlichen Klappen- bzw. Hebelstellungen, was in der Überwachungslogik berücksichtigt werden muss und sich bei RSK mit Hebel und Gewicht sowie in Verbindung z. B. mit einem überwachenden Näherungsschalter als schwierig im Sinne eines störungsfreien Betriebes erweisen kann.

Der Einsatz federbelasteter RSK reduziert einerseits Klappenschläge (schneller Wassersäulenabriss in der Druckrohrleitung) deutlich. Andererseits kann bei der Trockenlaufüberwachung das meist vorhandene Pendeln der Klappe durch den kombinierten Einsatz von Drehwinkelsensoren (0–350° Analogsignale 0/4–20mA) mittels definierter Toleranzbereiche bei der Auslenkung der RSK berücksichtigt werden. Verschiedene Klappenstellungen, die bei Einzel- und Parallelbetrieb vorkommen, haben so eine positive Auswirkung auf eine möglichst nicht störanfällige Überwachung, da alle Öffnungswinkel oberhalb eines bestimmten und individuell festzulegenden Bereichs möglicher Auslenkungswinkel als störungsfreie Förderung definiert werden können. Aus diesem Grund sind **federbelastete RSK**, ggf. mit Druckdämpfungsventil und bereits werksseitig vormontiertem Sensor sowie ausreichend langem Anschlusskabel⁵⁷, vorzugsweise einzusetzen.

Eine Ausführung der RSK mittels Hebel und Gewicht ist als Trockenlaufschutzüberwachung ebenfalls möglich, sollte aber im Hinblick auf das Schutzziel, die Beschreibungen unter Kapitel 11.5, und aufgrund der höheren Störanfälligkeit dieser Überwachungsmethodik sorgfältig abgewogen werden.

Aus Gründen des Arbeitsschutzes ist der Arbeitsbereich beim Einsatz von Hebel und Gewicht generell durch ein schwenk- oder aufsteckbares Metallschutzgitter o. ä., welches sich **werkzeuglos** entfernen lässt, zu sichern.

Da auch kleinste Einflüsse auf das Fördervermögen der Pumpe erkannt werden sollen, ist auf eine Überwachung der geschlossenen RSK zu verzichten.

Abschaltung der Pumpe(n): Das Signal des Drehwinkelsensors schaltet mit z. B. 0,5 bis 10V (DC) oder 0/4–20 mA auf einen Eingang der SPS und wird dort verarbeitet. Der Ausgang des Sensors ist auf den zu erwartenden Drehwinkel zu kalibrieren. Ist nach Ablauf der Pumpenanlaufzeit auf die zu erreichende Nenndrehzahl (nach ca. 5–8 Sekunden) die RSK nicht entsprechend der Fördercharakteristik geöffnet, so ist die betroffene Pumpe durch eine von der SPS als Trockenlauf ausgewertete Störung nach einer weiteren Verzögerung von 2–3 Sekunden abzuschalten. Die Pumpe ist bis zu einer **manuellen** Störungsbeseitigung bzw. Quittierung vor Ort dauerhaft stillzusetzen und somit auch automatisiert aus der Anlaufvertauschung herauszunehmen.

In begründeten **Ausnahmefällen** – wie beim Einsatz von Rückschlagventilen oder ggf. bei Nassaufstellungen – ist das Vorsehen von Drehwinkelsensoren nicht immer möglich. In diesem Fall kann die Schutzfunktion bzw. die Trockenlaufüberwachung über die unterschiedlich hohe Stromaufnahme realisiert werden.

Über-/Unterstromüberwachung: Der Motorstrom jeder Pumpe wird durch Stromwandler überwacht und auf einen Analog- oder Digitaleingang der SPS übertragen. Übersteigt oder unterschreitet der Strom eine zuvor festgelegte Über- und Unterstromgrenze, erfolgt hierdurch ein Abschalten der Pumpe(n). Die Anlaufzeit des Motors und kurzzeitige Änderungen des Stroms sind auch bei dieser Variante durch eine geeignete Integrationszeit (z. B. 2–3 Sekunden) zu berücksichtigen. Gegebenenfalls ist Rücksprache mit dem Pumpenhersteller zu halten.

⁵⁷ Forderung in der Ausschreibung.



Für die effektive Realisierung der Über-/Unterstromüberwachung müssen die regulären Stromaufnahmen entsprechend den pumpenspezifischen Lastbereichen (1/4 bis 4/4) bekannt sein.

Eine weitere sinnvolle Schutzeinrichtung ist, eine kombinierte Auswertung mit der Wasserstandmessung vorzunehmen. Eine zu geringe Stromaufnahme und ein gleichzeitig geringer Wasserstand über einen zu definierenden Zeitraum können so ebenfalls einen Hinweis auf Trockenlauf geben und als Schutzmechanismus die Abschaltung der betroffenen Pumpe auslösen.

Sind die RSK aus bestimmten Gründen im Ex-Bereich verbaut, kann anstatt eines Drehwinkelsensors auch ein gekapselter MID die Überwachung der Förderung übernehmen. Auch ist es möglich, den MID im Armaturenschacht zu montieren. Etwaige Vor- und Nachlaufstrecken zur korrekten Anströmung des MID müssen stets modellspezifisch beachtet werden!

Durch die höheren Kosten, die bei einem MID zu erwarten sind, ist dessen Einsatz, auch mit Blick auf eine im Grunde erforderliche Redundanz, in einer Kostengegenüberstellung gut abzuwägen.

Bei allen Arten der Trockenlaufüberwachung muss die Anlage im Betrieb (auf die optimalen Soll-Werte) eingefahren werden. Ansonsten kommt es zu häufigen Störmeldungen, die auch erheblich auf die Betriebssicherheit der Anlage Einfluss nehmen können.

14.8 Massnahmen bei überflutetem Maschinenraum (Trockenaufstellung)

Die Überwachung des Maschinenraums kann, wie schon zu lesen war, über eine Dreistabsonde oder – in Kombination mit der Steuerung der Kellerentwässerungspumpe – auch über eine Vierstabsonde erfolgen. Hierdurch ist es möglich, eine Überflutung des Maschinenraums aufgrund von Undichtigkeiten oder gar durch das Bersten der Saug- oder Druckrohrleitungen o. ä. rechtzeitig zu erkennen.

Erreicht das eindringende Wasser eine Höhe von 10 cm über OKF, ist eine eindeutige Gefahrenmeldung abzusetzen. Circa 15–20 cm, bevor der Wasserspiegel die Gehäuseunterkante des aufgesattelten Elektromotors erreicht, sind alle Pumpen sowie der Stromkreis für den Maschinenraum allpolig abzuschalten und als Primärmeldung zu signalisieren. Zudem ist die Meldung zur ständig besetzten Stelle zu übertragen. Die Stabsonden o. ä. schalten über eine Schützschaltung im Schaltschrank auch die entsprechenden Stromkreise (Beleuchtung, Steckdosen, Heizungen, Pumpen) allpolig ab. Alternative Abschaltknoten unterhalb elektrotechnischer Einbauten sind möglich.

Die Schutzmassnahme bedingt, dass sich unterhalb der Elektromotoren keine weiteren Verbraucher (Beleuchtung, Steckdosen, Heizungen, Verteilerdosen etc.) befinden dürfen, um bei Wassereintrich durch das Auslösen der Sicherungen oder der FI-Schutzschalter einen frühzeitigen Ausfall der Pumpen zu vermeiden.

14.9 Betriebsweise Beckenumwälzanlagen und deren Einbindung in die Automatisierung

Um das Wasser und die eingetragenen Fluidbeimengungen umzuwälzen, können Beckenumwälzanlagen, Tauchmotorrührwerke (TMR) oder Wirbeljets eingesetzt werden.

Werden diese im Bereich von Pumpen oder deren Ansaugbereich eingesetzt, ist Folgendes zu beachten:

- Bei Erreichen des Einschaltwasserspiegels (P_{Einzel}) schalten alle vorhandenen TMR oder der Wirbeljet sofort ein. Mit einer Einschaltverzögerung von etwa 40–60 Sekunden (parametrierbar) schaltet anschliessend die erste Pumpe zu. Das TMR ist nach weiteren 10 Sekunden wieder auszuschalten.
- Eine entsprechende Platzierung im Pumpensumpf muss die Effektivität des TMR, aber auch den störungsfreien Betrieb der Pumpen sicherstellen.
- Ein periodisches Einschalten des TMR alle ca. 5–7 Tage kann in Erwägung gezogen werden, das Dauerstauvolumen im Sumpf ist dabei 5–6-mal umzuwälzen. Entsprechendes gilt für Wirbeljets.
- Die Darstellungen unter Abbildung 18 zeigen einen Pumpensumpf, in dem durch den Schub von zwei TMR eine Ringströmung erzeugt wird, um die abgesetzten Fluidbeimengungen aufzuwirbeln. Andere Beckenformationen können abweichende Anordnungen von TMR oder Wirbeljets erforderlich machen.



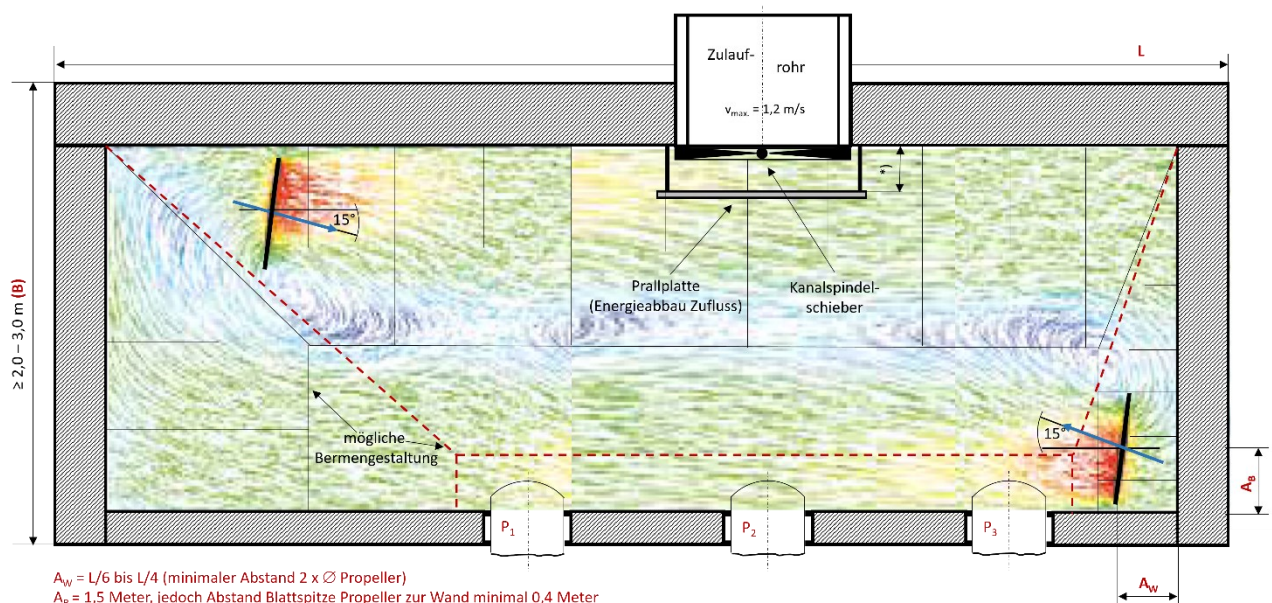


Abbildung 18: Mögliche Anordnung eines Tauchmotorrührwerks (TMR) im Pumpensumpf bei Trockenaufstellung

14.10 Bypass- und Entleerungsleitung im Bereich der Einzel- oder Sammeldruckrohrleitung

Aufgrund der im Allgemeinen geringen Betriebsstunden kann empfohlen werden, bei den Pumpstationen eine Bypassleitung im Bereich der Einzel- oder Sammeldruckrohrleitung vorzusehen. In Verbindung mit einem Schachtbauwerk und verschiedenen Kanalspindel- und Drosselschiebern können so im Zuge von geplanten Wartungsarbeiten die Pumpen unter simulierten Realbedingungen betrieben werden, um etwaige Stillstandschäden zu vermeiden.

Die Massnahme kann unabhängig davon getroffen werden, ob Pumpen in Trockenaufstellung oder getauchte Pumpen zum Einsatz kommen.

Sammeldruckrohrleitungen im Bereich von Armaturenschächten oder von Betriebsgebäuden sind mit einer Entleerungsmöglichkeit zu versehen, um im Bedarfsfall (z. B. bei Instandsetzungsarbeiten) das anstehende Wasser abfließen zu lassen.

Eine Veranschaulichung zu den beiden genannten Leitungen wird in Anhang 14 gegeben. Diese kann projektspezifisch in der Ausführung und Umsetzung auch abgewandelt sein.

14.11 Aufbau und Konzeption der Störungserfassung und -weiterleitung

Es müssen mindestens die Datenpunkte gemäss Richtlinie 13032 verarbeitet werden. Dabei sind die Befehle und Meldungen für jede einzelne Pumpe einzeln zu übertragen.

Alle elektrisch angetriebenen Aggregate wie z. B. Schieber oder Kanalspindelschütze müssen überwacht (mindestens Endlagen, Drehmoment) und (fern-)gesteuert werden können.

14.11.1 Störungsanzeige im Schaltschrankbereich

Die Anzeige der Störmeldungen erfolgt durch LED über einen individuell angefertigten Störungsanzeiger (Störmeldetableau), welcher die Anzahl der relevanten Meldungen projektspezifisch abdeckt. Auf eine Anzeige im Klartext ist zu verzichten, wenn hiermit ein umständliches Durchscrollen durch diverse Menüs und/oder Untermenüs verbunden ist.

Eine selektive und gleichzeitig vollständige Anzeige aller möglichen Stör- und Betriebsmeldungen über ein LED-Farbdisplay (HMI-Panel) ist als Alternative zum Störmeldetableau ebenfalls zulässig (vgl. Anhang 12). Die Anzeige erfolgt hierbei durch eine optische Signalgebung mit zugehörigem Meldetext.

Das SPS-Programm ist so zu erstellen, dass Mehrfachanzeigen unterdrückt werden. So wird z. B. bei Netzausfall nur die dazugehörige Leuchtdiode «Netzausfall» angesteuert. Entsprechendes gilt für eine Meldung auf einem LED-Farbdisplay.



Die daraus zwangsläufig resultierenden weiteren Störungen anderer Steuerungs- oder Anlagenteile sind nicht anzuzeigen, was bedeutet: **Ein «Christbaumeffekt» oder eine Meldeflut ist bei beiden Methoden zu vermeiden!**

Der Anzeigebereich ist ca. im oberen Drittel der Schaltschranktür anzuordnen. Es wird im Weiteren auf Anhang 10 verwiesen.

Zudem gilt: Alle Meldungen sind **high-aktiv** zu generieren!

Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Bau

15 Bauliche und ausrüstungstechnische Grundsätze und Sicherheitsanforderungen

Dieses TM behandelt nicht die fachtechnische Gesamtkonzeption des hochbaulichen Teils, sondern nur die betrieblich notwendigen Anforderungen. Dabei sind die folgenden Punkte bei der baulich-konstruktiven Gestaltung einer Pumpstation in Trocken- oder Nassaufstellung entsprechend zu berücksichtigen:

Grundsätzliches im Rahmen der Planungen:

- **Die Angabe der baulichen Innenmasse für den Pumpensumpf und für das Betriebsgebäude erfolgt aus den Festlegungen bei der Pumpenauslegung (Maschinentechnik) mit gleichzeitiger Sicherstellung von V_{Nutz} . Sie ist somit Planungsbestandteil der Verantwortlichen für die maschinen- und elektrotechnische Ausrüstung, welche diese Angabe an die konstruktiv Planenden weitergeben.**

Die Fachplanenden des maschinen- und elektrotechnischen Gewerks legen damit unter Vorgabe der Zulaufmenge und -höhe zum Pumpwerk den Flächen-, Raum und Platzbedarf fest für

- den Pumpensumpf (und die Anordnung der Pumpen bei Nassaufstellung),
- den Maschinenraum (im Hinblick auf alle maschinentechnischen Aspekte) und die Anordnung der Saugrohre und/oder der Pumpen,
- den Aufstellraum der Schalt- und Steuerschränke sowie
- die Grösse der Montageöffnungen (insbesondere bei Trockenaufstellung).
- Der Pumpensumpf ist bei Trockenaufstellung möglichst als offene Ausführung mit korrosionsbeständiger Lichtgitter-Rostabdeckung zu erstellen. Wartungsarbeiten und Sichtkontrollen werden hierdurch erheblich vereinfacht.
- Die Planenden müssen mit Blick auf eine sehr wahrscheinlich zu erwartende Betonkorrosion bzw. Carbonatisierung u. a. gemäss der DIN EN 1992-1-1 Überlegungen anstellen, welche Expositionsklasse (für den Pumpensumpf) zu berücksichtigen ist.
Der Schutz des Betons im Pumpensumpf kann ausserdem durch rutschhemmende (DIN 51130, R9–R13) Betonschutzplatten aus HDPE⁵⁸ oder durch ein entsprechend ausgeführtes hochwertiges Beschichtungssystem sichergestellt werden. Wichtig ist immer, dass das Gleiten der Fluidbeimengungen bei einer gleichzeitig ausreichenden Rutschsicherheit für Personen (Arbeitssicherheit) bestmöglich gegeben ist.
- Zufahrtswege und etwaige Anlagen-/Beckenumfahrungen sind für die betriebsdienstlichen Bedürfnisse angemessen zu berücksichtigen. Die unmittelbare Anfahrt an das Betriebsgebäude o. ä. oder zu Beckenanlagen muss mindestens für eine Achslast von 13,5 t bzw. nach den späteren Erfordernissen ausgelegt sein.

- Bei vorgeschalteten Becken, von denen aus der Zulauf aus offenen Sammelbecken erfolgt, kann in begründeten Fällen (Anteil von zu Verstopfung neigenden Bestandteilen ist als hoch einzustufen) dem Pumpensumpf ein manueller Rechen mit Überlauf in den Pumpensumpf vorgeschaltet werden. Auch in nachgeordneten Bereichen von Pumpstationen können in den dortigen Beckenanlagen Rechen oder rechenartige Anlagen notwendig werden. Der Zugang zu Rechen o. ä. ist für das Betriebs- und Wartungspersonal jederzeit sicher zu gewährleisten.
- Die Notwendigkeit einer Öl-/Benzin-Detektion ist projektspezifisch im Massnahmen- oder Detailprojekt zu begründen.

⁵⁸ Die Überprüfung der Dichtheit kann mittels Hochspannungsprüfung im Bereich der Schweissnähte erfolgen.



Trockenaufstellung – Betriebsgebäude bzw. Versorgungsstation:

- Abgänge zum Maschinenraum erfolgen über eine Treppenkonstruktion. Die Treppen sind einem Arbeitsbereich zuzuordnen und nach den Vorgaben der Fachbroschüre «Treppen» der bfu 2.007.01, Beratungsstelle für Unfallverhütung (Bern), zu konzipieren. In diesem Zusammenhang ist auch die Wegleitung zur Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz (Art. 9 «Ausführung von Treppenanlagen und Korridoren») zu beachten. Nützliche Hinweise zur sicheren Gestaltung von Treppenkonstruktionen können darüber hinaus auch aus den Vorgaben des Fachausschusses «Bauliche Einrichtungen» der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) bzw. über das Regelwerk **BGI/GUV-I 561 «Treppen»** abgeleitet werden.
- Das Einengen des Treppenraums durch Kabelbühnen o. ä. ist unzulässig.
- Wendeltreppen sind mit Blick auf das Bergen und Retten von Personen allgemein nicht zur Ausführung zu bringen.
- Prinzipiell ist die Belüftung des Betriebsgebäudes (BG) an der **ASR A3.6** (aktuelle Fassung) auszurichten und in die Gefährdungsbeurteilung mit einzubeziehen. Als Belüftung ist im Regelfall eine freie Lüftung (über Konvektion bzw. Druckunterschiede) ausreichend, da das Pumpwerk keinen Dauerarbeitsplatz darstellt.
- Die Zuluft in das Betriebsgebäude oder in die Versorgungsstation darf nicht von der Fahrbahnseite oder aus der Richtung eines schadstoffausstossenden Emittenten angesaugt werden.
- Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass zwei, maximal drei Personen gleichzeitig in einem BG bzw. in einer Versorgungsstation arbeiten. Davon ausgehend, dass eine Lüftung mit Zu- und Abluftöffnungen an unterschiedlichen Aussenwänden ausgeführt wird, ist je Person – und mit Bezug auf eine kontinuierliche Belüftung – eine Öffnungsfläche von 0,35 m² sicherzustellen. Abgesehen davon, dass die zum Teil mehrere Meter tiefen Bauwerke mit den durchschnittlichen Bauwerksmassen von 6 x 5 Meter über ein hohes Luftvolumen verfügen, können die Flächen von Zu- und Abluft für die Bemessung addiert werden. Offene Zugangstüren sind nicht zu berücksichtigen.

Über einen Zuluftquerschnitt von 800 x 500 mm und einen Abluftquerschnitt von 800 x 800 mm erreicht man eine Gesamtfläche von ca. 1,04 m², was bei den weiteren Randbedingungen einen ausreichenden Luftaustausch für maximal drei Personen sicherstellen sollte, jedoch nochmals innerhalb der Planungen zu betrachten ist.

Generell ist der Abluftquerschnitt ca. 1/3 grösser zu planen als der Zuluftquerschnitt.

- Zum Herablassen der Pumpen, der Motoren oder der Rohrleitung etc. ist in jedem Geschoss eine Montageöffnung zum Maschinenraum, die den gesamten Aufstellbereich der Pumpen abdeckt, vorzusehen. Im Obergeschoss sind dabei – jeweils in räumlicher Übereinstimmung zwischen den Pumpen – herausnehmbare Querträger vorzusehen, die als Widerlager einer dreigeteilten Abdeckung dienen. Die Abdeckung ist aus rostfreiem Edelstahl (KWK III, z. B. Werkstoff 1.4404 o. glw.) oder aus feuerverzinkten Tränenblechen bzw. Gitterrosten mit versenkbaren Lastösen herzustellen und muss gewährleisten, dass alle drei Abdeckungen in die Montageöffnung eingelegt und unabhängig voneinander geöffnet werden können. Im Regelfall sind Öffnungen, die in der Länge den Arbeitsraum (ca. 4–6 Meter) über den Pumpen sicher abdecken, in Kombination mit einer Öffnungsbreite von 1,5 Meter ausreichend. Ausschlaggebend ist jedoch das grösste zu erwartende Einzelbauteil im Maschinenraum.

- Im Ober- bzw. Erdgeschoss ist mittig über der zu öffnenden Fläche eine zentrale Kranbahnschiene anzuordnen. Auf die weitere Installation von Kranbahnschienen im Maschinenraum kann durch die insgesamt grossflächige Bemessung der Montageöffnung verzichtet werden.

Träger, Katze und Hebezeug müssen systemgeprüft sein und sind daher bereits in der Bauwerkerrichtung vorzusehen. Die Einheit stellt einen regelmässigen Wartungspunkt mit i. d. R. behördlicher und wiederkehrender Prüfung dar.

Die Abdeckungen müssen generell gegen unkontrolliertes Zufallen gesichert werden können. Es ist abzuschätzen, ob (wartungsfreie) Öffnungshilfen eingesetzt werden müssen. Öffnungshilfen stehen unter Druck und stellen damit einen regelmässigen Inspektions- und Wartungspunkt dar. Sie müssen in der Materialbeschaffenheit der zu erwartenden Korrosivitätskategorie entsprechen.

- Die Absturzsicherungen für die geöffneten Querschnitte im Obergeschoss sind bei der Bauausführung als Steckgeländer, bestehend aus GFK⁵⁹ o. ä., zu installieren. In den unteren bzw. weiteren Geschossen sind die grossflächigen Öffnungen mittels eines fest verankerten Geländers zu sichern. Die Geländer können hier aus einer rostfreien Edelstahl- oder verzinkten Verrohrung ausgeführt werden. In diesem Zusammenhang wird auch auf das SUVA-Merkblatt 44006.d «Gestaltung von Geländern an ortsfesten Zugängen zu maschinellen Anlagen» verwiesen.

⁵⁹ Leichtbauweise, eine höhere Akzeptanz zur Benutzung durch das Servicepersonal ist zu erwarten.



- Mit Blick auf die Materialwahl bei den Öffnungsabdeckungen im EG sind Materialwechsel zu vermeiden. Die Wahl der Materialien sollte sich dabei generell und konsequenterweise auch an der Werkstoffwahl für das Rohrleitungssystem (rostfreier Edelstahl/feuerverzinkte, nahtlose Rohre) orientieren. Ein Materialwechsel innerhalb der Anlage ist damit vorzugsweise und auch mit Bezug auf die unterschiedlichen Gewerke zu vermeiden.
- Vorzusehen ist eine ausreichend grosse ableitende ESD-Arbeitsplatzmatte (Isolationsmatte) nach DIN IEC 61340-5-1, die im Bereich der Schaltschränke dauerhaft verbleibt.
- Warningschilder und Hinweisschilder gemäss VDE 0105-100 für elektrische Anlagen sowie Feuerlöscher zur Brandbekämpfung sind ebenfalls im Ober- bzw. Erdgeschoss oder in der Versorgungsstation vorzusehen.
- Zur Brandbekämpfung in unter Spannung stehenden elektrischen Anlagen dürfen nur hierfür zugelassene Feuerlöscher und Feuerlöschmittel unter Einhaltung der erforderlichen Mindestabstände eingesetzt werden. Zugelassen sind z. B. Feuerlöscher mit BC-Löschpulver oder auch Kohlendioxidlöscher (CO₂-Löscher).

Wichtig: Die einzuhaltenden Mindestabstände betragen bei Anwendung der vorgenannten Löschertypen bei Niederspannungsanlagen 1 m und bei Hochspannungsanlagen bis 30 kV mindestens 3 m.

Bei Verwendung von Kohlendioxidlöschern ist besondere Vorsicht in engen, schlecht belüfteten Räumen geboten, denn es besteht Erstickungs- und Vergiftungsgefahr.

Bei der Festlegung der erforderlichen Anzahl der Feuerlöscher und ggf. weiterer Aufstellorte empfiehlt sich allgemein, die örtlichen Feuerwehren oder eine sachkundige Person mit einzubeziehen.

Nassaufstellung und Abstiege in Becken o. ä.:

- Als Montageöffnung sind über jeder Pumpe bevorzugt bodengleiche, an das grösste Einzelbauteil angepasste Schachtabdeckungen, vorzugsweise aus rostfreiem Edelstahl (KWK III, z. B. Werkstoff 1.4404 o. glw.) sowie tagwasserdicht, rutschsicher und befahrbar (z. B. EN 124 Klasse B/D), im Konstruktionsbeton des Pumpensumpfdeckels vorzusehen.
- Bei Pumpen in Nassaufstellung können konstruktiv abgedeckelte Pumpensümpfe mit tag- oder druckwasserdichten Schachtdeckeln zur Ausführung kommen. Es ist eine ausreichende Be- und Entlüftung vorzusehen, die auch in Bezug auf Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten den Ansprüchen der Arbeitssicherheit entspricht (vgl. u. a. die deutschen Vorgaben BGR/GUV-R 126 oder DGUV-Regel 103-003).
- Schachtabdeckungen für den Personenzugang sind in derselben Qualität auszuführen und müssen ein liches Mass von mindestens **1,0 x 1,0 Meter** sicherstellen.

Eine zu empfehlende Absicherung gegen Absturz in Schachtbauwerke stellen dabei in die Schachtabdeckung integrierte, klappbare Geländer dar. Zugelassene Alternativen sind möglich. Alle getroffenen Massnahmen dürfen nicht das Ziehen und seitliche Ablegen der Pumpen an der Oberfläche behindern. Zudem müssen die Schachtabdeckungen grundsätzlich mit Einbruchhemmung ausgeführt werden.

- Die Personenrettung ist über ein Höhensicherungs- bzw. Rettungshubsystem (vgl. u. a. Anhang 18) sicherzustellen, welches u. a. folgende Eigenschaften aufweisen muss:
 - Erfüllung aller Grundsätze in Bezug auf den betrieblichen Arbeits- und Personenschutz.
 - Konformitätsnachweis gemäss EN 795.
 - Fallschutzbegrenzung auf 3 kN.
 - Fest arretierte Winde zwecks kraftschonender Bedienung sowie mit an die Örtlichkeit angepasster Kabellänge (Bewegungsraum des Service- und Wartungspersonals, Länge der Rettungsstrecke).
 - Anpassung an mögliche Geländer im Schwenkbereich des Rettungshubsystems.
 - Kein Vorsehen von Fallschutzschienen im Bereich des Abstiegs/der Leiter; alle in Verbindung stehenden Aspekte zum Fallschutz und zum Retten und Bergen von Personen sind über das Rettungshubsystem sicherzustellen.
 - Steigleiter: rutschhemmende Sprossen, mindestens 20 mm tief, mit einer Breite von 500 mm.
- Im Sinne des Rettens und Bergens von Personen ist keine mehrzügige, sondern eine einzügige Steigleiter, i. d. R. ohne Rückenschutz, auszuführen, die durch eine Zwischenbühne (nach ca. 2 Metern) mit klapp- und arretierbaren Durchstiegsöffnungen von **1,0 x 1,0 Meter** geführt wird. Es wird diesbezüglich auf die Abgrenzung unter Kapitel 10.2.8 hingewiesen.



Verantwortungsbereich(e): Projektleitung, Maschinentechnik, Elektrotechnik

16 Dokumentationsunterlagen

Die Bestandsakte ist zu gliedern und muss unter Anwendung eines Inhaltsverzeichnisses mindestens folgende Unterlagen enthalten:

- Ermittlung/Berechnung der Zulaufwassermenge der zu entwässernden Fläche,
- Lageplan des Einzugsgebiets mit Leitungsverlauf aller Zuläufe,
- Lageplan des Pumpwerks mit Verlauf der (Sammel-)Druckrohrleitung(en),
- Berechnung der Pumpwerksdaten (hydraulische Pumpenauslegung – Planung/Ausführung),
- Q/h-Diagramm mit allen signifikanten Wasserspiegellagen und Betriebspunkten (Planung/ Ausführung),
- Berechnung des energietechnischen Anschlusswertes (Energiebilanz – Planung/Ausführung),
- Anlagenschaubild (min. A1) zum Pumpwerk in drei Ansichten und unter Angabe aller relevanten Daten wie Ein-/Ausschaltunkte, Sohl- und Geländehöhen in den jeweiligen Geschossen, WSP_{max} . etc. (in einem Rahmen hinter entspiegeltem Glas im EG des Betriebsgebäudes oder in der Versorgungsstation auszuhängen; bei Stationen mit Freiluftschrank ist der Plan in einem Ordner vorzuhalten),
- Betriebsanleitung und Wartungsvorschriften und -empfehlungen, abgestimmt auf die Gesamtfunktion der Anlage «Pumpstation» bzw. damit kombinierte SABA,
- Betriebsanleitung und Wartungsvorschriften und -empfehlungen einschliesslich der Gerätestück- und Ersatzteillisten zu allen Gewerken, Teilgewerken bzw. Komponenten,
- Aufbau-, Stromlauf- und Sicherungspläne mit Leitungsbezeichnung etc.,
- Gerätestück- und Kabellisten,
- Klemmenpläne,
- Softwaredokumentation, bestehend aus: **Flussdiagramm, Zuordnungsliste und Anweisungsliste** (Programm) einschliesslich Datenträger (USB-Stick o. ä.) des aktuellen SPS-Programms,
- Pflichtenheft mit ausführlicher technischer Beschreibung aller Funktionen der Pumpstation, der Steuerung und Regelung sowie der Stör- und Betriebsmeldungen (alle Betriebsdaten und -parameter sind hierin zu dokumentieren),
- Funktionsbeschreibung der Gesamtanlage (mit Aussenanlagen, wie Abscheidebecken etc.), inkl. Strangschema,
- Projektierungshilfe zu Pumpen für Strassenabwasser,
- Bestandsblatt und Messprotokoll des Potenzialausgleichs, zum Blitzschutz etc.,
- Finalisierte und fortgeschriebene Gefährdungsbeurteilung inkl. der Beurteilung der Zu- und Abluftverhältnisse,
- Ex-Schutz-Dokument,
- Blitzschutz-Dokument,
- Beleuchtungsberechnung,
- Planungsunterlagen zur Sicherheitsbeleuchtung,
- Unterlagen zu sonstigen, wesentlichen und zuzuordnenden Anlagenbestandteilen,
- Dokument zur Nachweisführung zwecks Einweisung des Betreibers und Wartungsnehmers in der Anlage bzw. innerhalb der SABA und deren Subsystemen.



Verantwortungsbereich(e): Maschinentechnik, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik, Betrieb und Unterhalt

17 Empfehlungen zum Betrieb und zum Unterhalt der Maschinen- und Elektrotechnik in Pumpwerken an den Nationalstrassen

17.1 Grundlegende Ansprüche

Mit Inbezugnahme der Kapitel 1 und 6.2 sollte zukünftig ein deutlich höherer Anspruch auf den betrieblichen Unterhalt der Maschinen- und Elektrotechnik bei Pumpen gelegt werden. Eine regelmässige Instandhaltung ist daher für alle Pumpstationen im Verantwortungsbereich des ASTRA grundsätzlich sicherzustellen. Für die Wahrnehmung der Arbeiten hat der Betreiber dafür Sorge zu tragen, dass qualifiziertes und in die Anlagen eingewiesenes Fachpersonal zum Einsatz kommt.

17.2 Grundsätze im betrieblichen Unterhalt

Zum Verständnis für die weiteren Ausführungen sind die folgenden Feststellungen zur Kenntnis zu nehmen: Erfahrungsgemäss haben Pumpstationen im Zuständigkeitsbereich des ASTRA bezogen auf die Jahresstunden durchschnittlich eine Laufzeit von 5–7 %. Trotz dieser als gering einzustufenden Betriebsstunden, die ein Pumpwerk pro Jahr aufweist, ist mit Bezug auf die Vorgaben und Ansprüche der Richtlinie 18005 «Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen» ein gesicherter Abtransport des zum Teil hochbelasteten Strassenabwassers in eine SABA in den Fokus zu stellen. Dies bedeutet, dass die **allzeitige Betriebsbereitschaft** (Verfügbarkeit) und der hohe Qualitätsanspruch bei den Abwasseranlagen und deren Subsystemen einen sehr hohen Stellenwert haben. Dies insbesondere vor den Hintergründen der Verkehrssicherheit und des Umwelt- bzw. Gewässerschutzes sowie mit Blick auf einen nachhaltigen Ressourceneinsatz. Damit ist u. a. bei dem betrieblichen Unterhalt über die Instandhaltung bestmöglich sicherzustellen, dass maximal 10 % des jährlich zufließenden Strassenabwassers aufgrund eingeschränkter Verfügbarkeit der Pumpwerkstechnik über eine Notentlastung o. ä. in ein Gewässer oder in die Umwelt anstatt in die SABA abgeführt werden.

Im weiteren Fokus der betrieblichen Unterhaltung muss der Arbeits- und Personenschutz stehen. Alle erforderlichen Vorgaben oder Vorschriften aus dem Bereich der SNR, DIN, bfu, ArGV (ggf. deutsche Vorgaben der DGUV, GUV) und den entsprechenden Richtlinien und Merkblättern des ASTRA etc. müssen eingehalten werden (können).

17.3 Maschinen- und elektrotechnische Instandhaltung an Pumpwerken

Bei der Instandhaltung der Pumpstation sind neben den folgenden Mindestvorgaben stets die Herstellervorgaben und gültigen VDE- und DIN-Vorschriften etc. zu beachten. **Daher erheben die auf den Folgeseiten bzw. in den Folgekapiteln beschriebenen Wartungs- und Instandhaltungsmassnahmen keinen Anspruch auf Vollständigkeit.** Vielmehr sollen sie Orientierung bei der Aufstellung eines Wartungs- und Instandhaltungsplans oder -vertrags geben.

Für die Instandhaltung (und auch für die Störungsbeseitigung) ist mindestens im Rahmen der Gewährleistung der Gebietseinheit ein entsprechender Wartungs-, Instandhaltungs- und ggf. kombinierter Servicevertrag zu übergeben. In diesem sind die Fragestellungen zu den Arbeitsverantwortlichen und die Schnittstellen zu den Anlagenverantwortlichen hinreichend (vertraglich) zu klären und festzulegen.

Auf Basis einer schweizweiten Analyse zur betrieblichen Praxis bei Pumpstationen in 2022, bei der zahlreiche Missestände und Mängel gefunden wurden, ist Folgendes in der Organisation der Instandhaltung zu empfehlen:

- **Monatliche Begehung** und augenscheinliche Kontrolle (einfache Inspektion) der Anlage durch mindestens zutrittsberechtigtes und eingewiesenes Personal des Wartungsnehmers oder ggf. durch entsprechend qualifiziertes Personal der Gebietseinheiten.
- **Halbjährliche Begehung** mit erweitertem Inspektionsumfang durch zutrittsberechtigtes und eingewiesenes technisches Fachpersonal (z. B. Schlosser, Elektriker, Mechatroniker) des Wartungsnehmers oder ggf. durch entsprechend qualifiziertes Personal der Gebietseinheiten.
- **Jährliche Wartung** der maschinen- und elektrotechnischen Anlage(n) durch zutrittsberechtigtes und eingewiesenes technisches Fachpersonal (z. B. Schlosser, Elektriker, Mechatroniker) des Wartungsnehmers im Zusammenwirken seiner Anlagen- und Arbeitsverantwortlichen oder ggf. durch entsprechend qualifiziertes Personal der Gebietseinheiten.



Hinweis:

Bei einem geplanten oder ausserplanmässigen Abstieg in unterirdische Pumpensümpfe o. ä. sind mit Blick auf den Personenschutz die deutschen Vorgaben der DGUV-Regel 103-003 (oder ein ausserdem anzuwendendes Regelwerk) zu beachten. Bei Wartungsarbeiten in diesen Bereichen muss neben einem Freimessen mittels Mehrgasmessgerät auch ein 6–8-facher Luftwechsel/h, ggf. in Form einer (mobilen) Sonderbewetterung und im Zusammenhang mit dem Gesamtvolumen des ggf. abgedeckelten Sumpfes o. ä., sichergestellt sein.

17.3.1 Ausrüstung für den betrieblichen Unterhalt

- Schieberantriebe müssen für die Wartung und den Unterhalt gut zugänglich sein.
- Steckdosen (Spannung und Leistung müssen mit dem Unterhalt abgestimmt werden) können für das manuelle Abpumpen der Becken vorgesehen werden.
- Bei einem eigenen Steuerraum müssen der Zugang sowie der Innenraum des Steuerschranks beleuchtet sein.
- Die benötigten Hilfseinrichtungen für Wartungsarbeiten (Zusatzbeleuchtung, Entwässerungspumpen, Notstromaggregat etc.) müssen vom Betreiber mitgebracht werden.

17.4 Umfang der monatlichen Begehung mit einfacher Inspektion (Bezug: Kontrolle und Tests 13028)

Eine Begehung bzw. Kontrolle (Sichtprüfung) im Pumpwerk sollte einmal monatlich durch eingewiesenes und qualifiziertes Personal (rechtliche Voraussetzungen müssen eingehalten sein) des Wartungsnehmers oder der Gebietseinheit stattfinden, was ggf. auch im Wartungs- und Instandsetzungsvertrag entsprechend zu berücksichtigen ist. Diese Begehung besteht aus einer rein kontrollierenden Feststellung des Ist-Zustandes bzw. aus der Feststellung von Abweichungen vom Normalzustand.

Das Durchführen der Sichtprüfung (einfache Inspektion) ist eine wichtige Massnahme bei der Überprüfung der Pumpstation. Sie kann das weitere Vorgehen beim Prüfen des Pumpwerks und seiner Maschinen- und Elektrotechnik massgeblich beeinflussen und muss daher mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden. Werden bei der Sichtprüfung Mängel übersehen, können bei weiteren Wartungs- und Instandsetzungsmassnahmen ernsthafte Gefährdungen, z. B. bei der Bedienung der Pumpen, auftreten.

Auf folgende Fragestellungen sollte im gesamten Bereich der Pumpstation (inkl. Schächte, mit Armaturen, Sicherheitseinrichtungen zum Anlagenschutz und/oder Flanschverbindungen etc., Beckenanlagen) insbesondere ein grosses Augenmerk gelegt werden:

- Liegt eine Manipulation sicherheitsrelevanter Einrichtungen vor?
- Erfolgen Funktion und Benutzung der gesamten Abwasseranlage nach dem gewollten Einsatz- bzw. Verwendungszweck?
- Liegen offensichtliche Personen- oder Brandgefährdungen vor?
- Wurden nicht zuzuordnende Veränderungen in der Anlage vorgenommen?
- Haben sich Umgebungsbedingungen geändert?
- Sind alle erforderlichen Bestands- und Dokumentationsunterlagen vorhanden?

Der Wartungs- und Unterhaltungsdienst hat des Weiteren eigenverantwortlich abzuschätzen, ob auch Thermographieverfahren (Stichworte: thermische Erwärmung an Klemmstellen oder Steckverbindern, fehlender Berührungsschutz, reduzierte Lebensdauer der Bauteile) bei der Sichtprüfung Anwendung finden.

Bei der Begehung ist auf Schäden durch Vandalismus und Einbruch sowie auf anstehende Störungen am Schaltschrank, die über die Störmeldeübertragung ggf. nicht weitergeleitet wurden, zu achten. Soweit ein offener Pumpensumpf vorhanden ist, ist auch dieser **ohne Abstieg** auf Unzulänglichkeiten (Treibgut, Ablagerungen) zu inspizieren. Gegebenenfalls erforderliche Massnahmen sind einzuleiten.

Der Aufwand vor Ort beträgt je nach Gegebenheiten und Anlagenumfang i. d. R. 10–15 Minuten und kann ideal mit der Dokumentation der monatlichen Betriebsdaten kombiniert werden.



17.5 Umfang der halbjährlichen Begehung mit erweiterter Inspektion

Der Umfang beinhaltet **alle** Tätigkeiten der **monatlichen** Begehung **plus folgende Schritte**:

- Alle Anlagen (maschinentechnische, elektrotechnische und gebäudetechnische Ausrüstung inkl. Fernwirk-system, Messtechnik und ggf. USV) in Augenschein nehmen (intensive Sichtkontrolle), ggf. Instandsetzung und Reparaturen veranlassen.
- Schmierstellen und/oder Ölstände kontrollieren, ggf. Schmierstoffe ergänzen.
- Alle Schieber und Ventile einmal durchdrehen oder (kurz) öffnen, ggf. die Spindeln säubern und fetten⁶⁰ sowie gängig machen. Je nach Ausführungsart bei Erfordernis Wellendichtpackungen oder Dichtungen erneuern.
- Pumpen im Handbetrieb (Bypassbetrieb) laufen lassen, dabei ist auf das Anlaufverhalten und die Laufruhe von Pumpe und Antriebsmotor zu achten. Ein Trockenlauf bei den Pumpen ist grundsätzlich zu vermeiden bzw. orientiert sich an dem zeitlich zulässigen Mass des Pumpenherstellers.
- Sofern (im Bestand) vorhanden: Stopfbuchspackungen im Bereich der Laufradwelle auf Dichtigkeit prüfen, ggf. nach Herstellervorgabe einstellen (nur bei laufender Pumpe).
- Funktionsprüfung der etwaig verbauten Tauchmotorrührwerke (TMR) o. ä. durchführen.
- Funktionsprüfung etwaig verbauter automatisierter Armaturen etc. durchführen.
- Funktionsprüfung an der Kellerentwässerungspumpe durchführen.
- Funktionsprüfung der elektrischen Schutzeinrichtungen durchführen (Not-Halt- und Reparaturschalter, Netztrenneinrichtungen).
- Messtechnik: Kontrolle aller Leitungen, Verbindungen bzw. Anschlüsse, Überprüfung der Messwerte auf Plausibilität und im direkten Vergleich von Sensor und Schaltschrankanzeige sowie mit dem Prozessleitsystem (ggf. Zuhilfenahme eines Thermographieverfahrens).
- Sensorik (z. B. Drehwinkelsensor an RSK): Kontrolle aller Leitungen, Verbindungen bzw. Anschlüsse.
- Blitzschutz/Potenzialausgleich: Sichtkontrolle aller erkennbaren Kabel und Leitungen.
- Schachtabdeckungen (mit Öffnungshilfen): Inspektion und Wartung gem. den Herstellervorgaben, mindestens jedoch Sichtkontrolle am Schachtdeckel und z. B. an den Gasdruckfedern (müssen ohne Korrosion sein) sowie Überprüfung der Gangbarkeit und Unterstützungsarbeit. Korrodierte, verbogene oder leckende Öffnungshilfen usw. sind unmittelbar auszutauschen bzw. ist Entsprechendes zu veranlassen. Öffnungshilfen bei Schachtdeckeln stellen bei unsachgemäßer Anwendung und Wartung ein latentes Gefahrenpotenzial dar!
- USV-Anlage (wenn vorhanden): Sichtprüfung aller Verbindungen und Leitungen.
- Sicht-/Funktionsprüfung der Zu- und Abluftanlage.
- Sicht-/Funktionsprüfung der Beleuchtungs- sowie der Not- und Sicherheitsbeleuchtungsanlage.

17.6 Umfang der jährlichen Wartung

17.6.1 Inspektion und Wartung der maschinentechnischen Ausrüstung sowie der Gebäudetechnik

Der Umfang beinhaltet **alle** Tätigkeiten der **halbjährlichen** Wartung **plus folgende Schritte**:

- Alle Anlagenbestandteile (maschinentechnische, elektrotechnische und gebäudetechnische Ausrüstung inkl. Fernwirk-system, Messtechnik und ggf. USV) in Augenschein nehmen, Kabel, Verbindungen und Anschlüsse umfassend prüfen **und** auf alle Funktionen testen (ggf. Zuhilfenahme eines Thermographieverfahrens).
- Schmierstellen (Lager) prüfen, ggf. nachfetten und/oder ggf. Ölwechsel⁶¹ durchführen.
- An allen Schiebern/Kanalspindelschiebern Spindeln säubern, ggf. fetten und gängig machen. Schieber in horizontalem Einbau nach Möglichkeit bei Betrieb der Pumpe aus dem geschlossenen Zustand wieder in die geöffnete Grundstellung bringen (Freispülen von Ablagerungen).
- Wellendichtungen des Laufrads auf Dichtigkeit prüfen, ggf. wechseln.
- Sofern (im Bestand) vorhanden: Stopfbuchspackungen ggf. nachziehen (nur bei laufender Pumpe) oder wechseln.

⁶⁰ Einsatz von Armaturenfetten mit KTW- Zulassung (Trinkwasser).

⁶¹ Die Herstellerangaben sind – u. a. mit Blick auf die Gewährleistung – bindend (Betriebsstunden oder Jahresintervalle). Der Schmierstoffwechsel ist $\varnothing$ alle 3 Jahre bzw. nach 8'000–10'000 Betriebsstunden erforderlich. Alle einzusetzenden Schmierstoffe sind individuell und immer herstellerabhängig.



- Pumpen in Nassaufstellung:
 - Pumpen aus dem Sumpf ziehen, inspizieren und säubern, Zugketten oder -seile prüfen, ggf. erneuern.
 - Kontrolle der Führungsstangen/-seile etc.
 - Je nach allgemeinem Zustand der Pumpe: Generalüberholung nach 5 Betriebsjahren bzw. nach Herstellervorgabe.
- Bei Einstaumöglichkeit und/oder Aktivierung einer Zirkulation (vgl. Anhang 14): Druckmessung im Saugbereich und am Druckstutzen jeder Pumpe bei Förderung vornehmen (Messwerte und Wasserstand sind zu dokumentieren; siehe hierzu auch «Bypassleitung»).
- Sofern verbaut: Membrandruckdosen der elektropneumatischen Niveausteuern durch Rückspülung reinigen (**Achtung:** Kugelhahn zum Abschiebern der Druckmesssonde oder der «Glocke» (vgl. Anhang 13) muss geschlossen sein, ansonsten kann z. B. der Gummi-Balg beschädigt werden).
- Alle Keilriemen der Pumpen (Trockenaufstellung) auf Beschädigung und Verschleiss sowie auf Spannung prüfen, ggf. nachspannen und/oder wechseln.
- Rückschlagklappen durch kurzes Anfahren der Pumpen auf Gängigkeit und Dichtigkeit prüfen, Stopfbuchsen ggf. nachziehen oder Packungen/Dichtungen erneuern. Prüfen der Sensorik zur Trockenlaufschutzeinrichtung.
- Rohrleitungssystem auf Korrosion und Dichtigkeit prüfen, ggf. Flanschverbindungen nachziehen und/oder Dichtungen wechseln.
- Alle zur Pumpstation gehörenden Türen, Tore und ggf. Fenster auf Zustand und Gängigkeit prüfen, Scharniere und Schliessvorrichtungen ggf. reinigen und fetten.
- Funktions- und Zustandsprüfung der Heizung, der (Sicherheits-)Beleuchtung und der Belüftung des Gebäudes durchführen.
- Prüfen und ggf. Veranlassen einer neuen Sachverständigenabnahme für das Kranbahnsystem.
- Pumpensumpf auf Sauberkeit und ordnungsgemässen Zustand prüfen.
- Sofern verbaut: Tauchmotorrührwerk (TMR) o. ä. im Pumpensumpf ziehen, auf Zustand prüfen und Ölwechsel nach den Wartungsvorschriften durchführen, sofern die Wartungsvorschriften des Herstellers nichts anderes vorgeben.
- Vollständige Reinigung und vollständiges Spülen des Pumpensumpfs nach Erfordernis (i. d. R. alle 10–15 Jahre); Vorsicht beim Verbau von TMR oder Wirbeljets!
- Isolationswiderstandsmessungen nach DIN VDE 0100-600 und Prüfung des Potenzialausgleichs auf feste Verbindung durchführen (diese Messung muss bei der Erstinbetriebnahme vorgenommen werden, eine regelmässige Wiederholungsmessung zum Isolationswiderstand wird mit jährlichem Turnus empfohlen, sollte aber spätestens alle 4 Jahre stattfinden (Personenschutz)).

17.6.2 Inspektion und Wartung der elektrotechnischen Ausrüstung sowie der Gebäudetechnik

- Sofern vorhanden: Einbruchmeldeanlage (Kabelanschlüsse, Aktoren, Weiterleitung der Meldung) auf Funktion prüfen.
- Funktionen aller Schalter (Pumpenwahl-, Haupt-, Not-Halt- und Revisionsschalter etc.) prüfen.
- Alle Anzeigeeinstrumente, Leuchtmelder, LEDs und Tableaus auf Funktion prüfen (Volt- und Amperemeter, Isolationswächter, Wasserstandmessung etc.).
- Simulation **aller** (Primär- und Sekundär-)Störmeldungen auf ordnungsgemässe Funktion und Logik; Überprüfung des Übertragungsweges auf Funktionstüchtigkeit bis zum Empfänger (Betriebsdienstzentrale – ständig besetzte Stelle).
- Antenne und Übertragungseinheit der Fernwirktechnik prüfen, Testmeldungen absetzen und mit der Gebietseinheit und/oder der Filiale am PLS abgleichen.
- Prüfung aller Steuer- und Meldezeiten und der Schaltpunkte einschliesslich der Funktionsprüfung der Gesamtanlage:
 - Pumpe 1, 2 und 3... «EIN» und «AUS»
 - Überflutung Pumpensumpf und Maschinenraum
 - Ansprechzeit Trockenlaufschutz
 - Ansprechzeit Einbruchmeldeanlage
 - etc.



Anlagenspezifisch sind die vorstehenden Meldungen und Punkte zu ergänzen und im Detail weiter aufzulisten und zu kontrollieren.

- Sichtkontrolle aller Schütze, Relais, Versorgungs- und Steuereinheiten innerhalb der Schaltschränke auf Funktion, Beschädigungen, Korrosion und Schmorstellen durchführen, Schraub- und Steckverbindungen auf festen Sitz prüfen.
- Funktionsprüfung der elektrischen Schutzeinrichtungen durchführen (Not-Halt-Schalter, Reparaturschalter, Netztrenneinrichtungen).
- Blitzschutz/Potenzialausgleich: Kontrolle aller Kabel, Verbindungen bzw. Anschlüsse und Fangstangen, Erdungswiderstand messen und protokollieren (Zyklus gemäss NIV/NIN). Abkürzungen benennen!
- Schleifenwiderstand prüfen, FI-Schutzschalter auslösen, Messwerte und Funktionen protokollieren.
- Alle weiteren erforderlichen Messungen gemäss NIV/NIN durchführen.
- USV-Anlage (wenn vorhanden): Prüfung aller Leitungen und Verbindungen bzw. Anschlüsse, Batteriespannung prüfen, Anzeigen und Instrumente prüfen und ggf. justieren. Die Versorgung der angeschlossenen Verbraucher im Inselbetrieb testen.
- Prüfen und ggf. Veranlassen einer Wiederholungsprüfung bei den Feuerlöschern.
- Überspannungsschutz EVU prüfen.
- Anschlussleitungen auf Beschädigungen prüfen, ggf. instand setzen oder Entsprechendes veranlassen.
- Trockenreinigung der Schaltschränke aussen und innen (aussaugen) durchführen.



Anhang im Folgenden

Anhang 1: Beispiel zu einem Q/h-Diagramm mit reduzierten Kennlinienverläufen (Parallel-/Einzelbetrieb)

Bezug: Kapitel 3.2.1 und 4

Förderziel: 1'300 l/s im Parallelbetrieb mit zwei Pumpen (P_{II}) – Kanalradpumpen

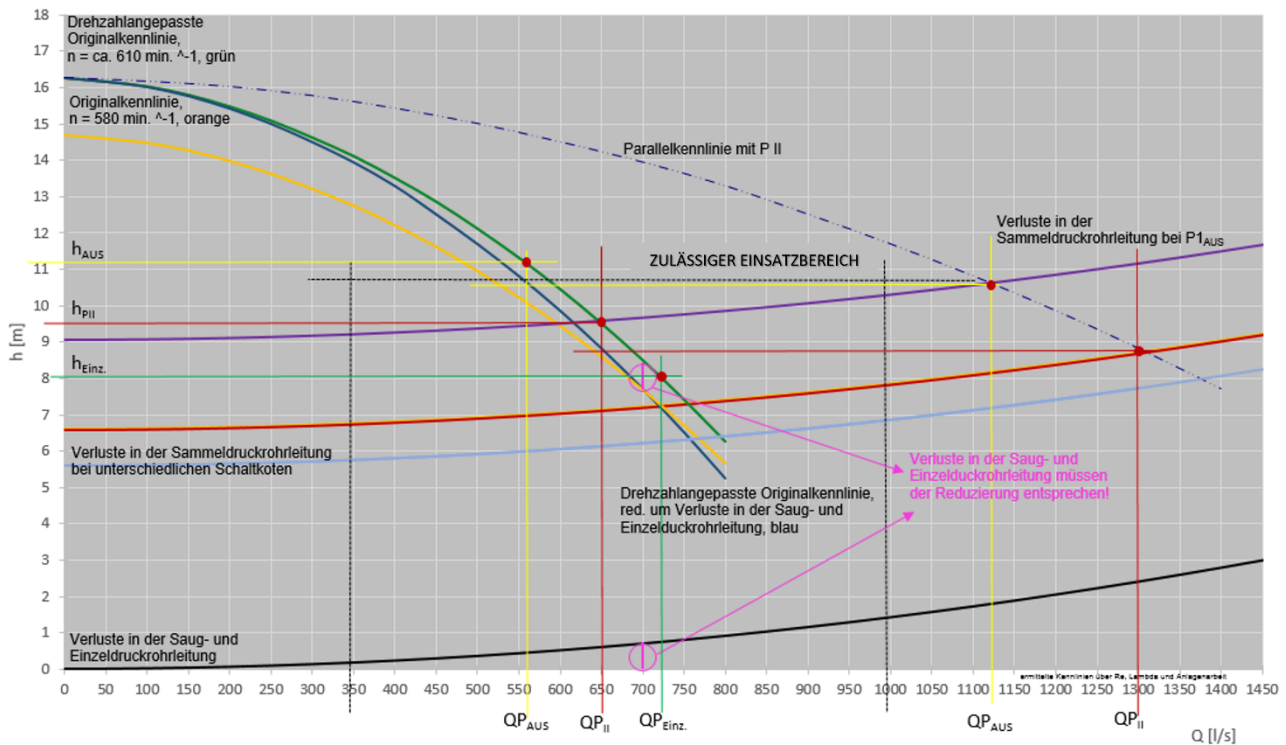


Abbildung 19: Beispiel zu einem Q/h-Diagramm mit reduzierter Pumpenkennlinie zur Darstellung von Parallel- und Einzelbetrieb

Hinweis:

Unabhängig davon, ob im Pumpwerk ein Einzel- oder ein Parallelbetrieb mit zwei oder mehreren Pumpen vorgenommen wird, ist das Anfertigen eines Q/h-Diagramms als plakative Ergänzung zur hydraulischen Berechnung im Rahmen der Planungen obligatorisch. Ohne ein solches Q/h-Diagramm kann seriös keine Aussage getroffen werden, ob die in die planerische Betrachtung einbezogene Pumpe alle möglichen Betriebspunkte sicher und optimal abdeckt.



Anhang 2: Schema zu einem nass aufgestellten Pumpwerk in Kombination mit einem Regenrückhaltebecken und zwei Zuflüssen

Bezug: Kapitel 5.1, 0, 9, 10.2 f.

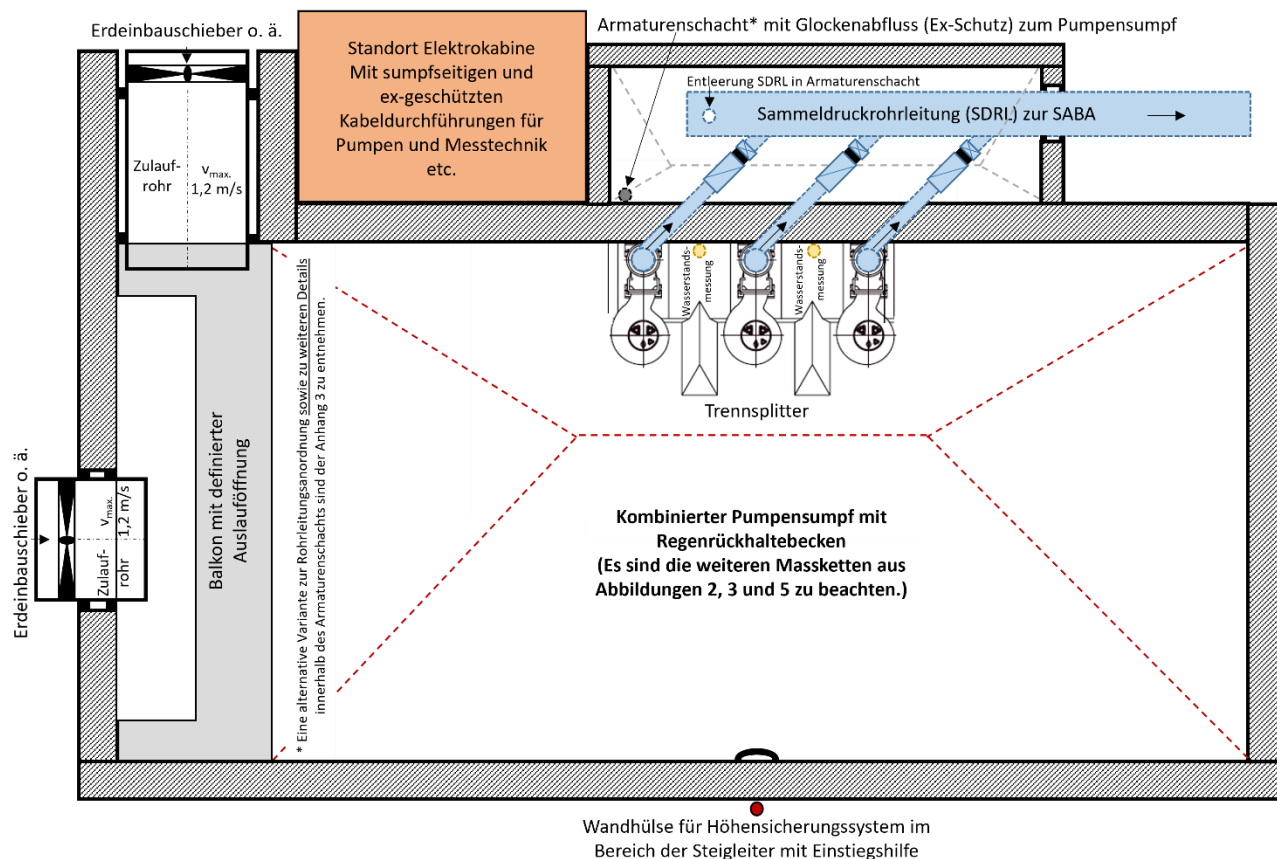
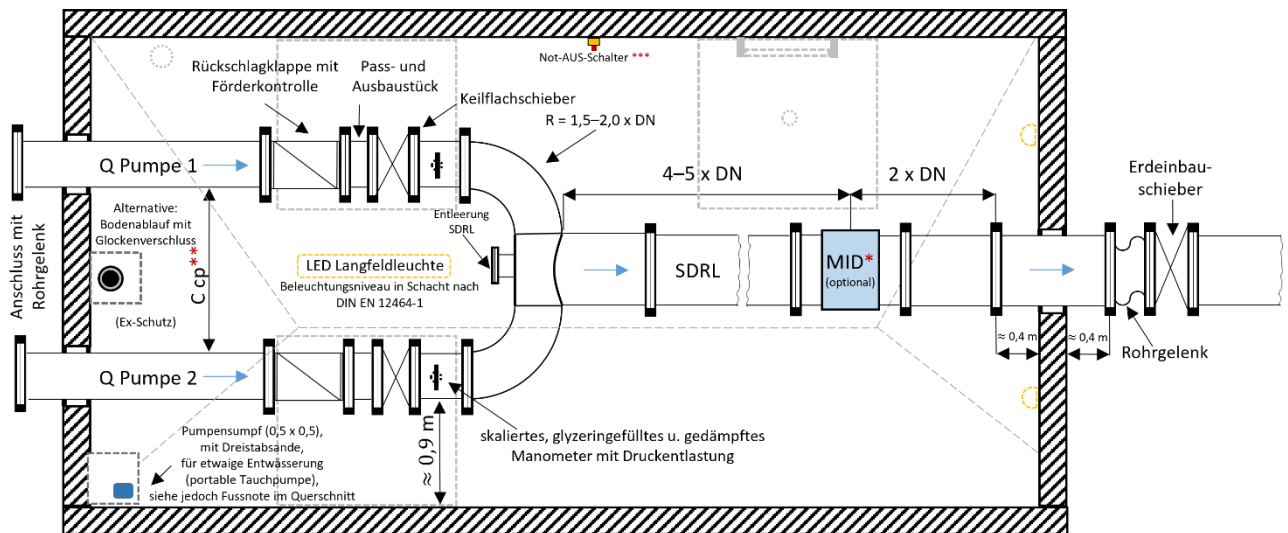


Abbildung 20: Schema zu einem nass aufgestellten Pumpwerk in Kombination mit einem Regenrückhaltebecken und zwei Zuflüssen



Anhang 3: Schematischer Aufbau eines Armaturenschachts

Bezug: Kapitel 10.2.5

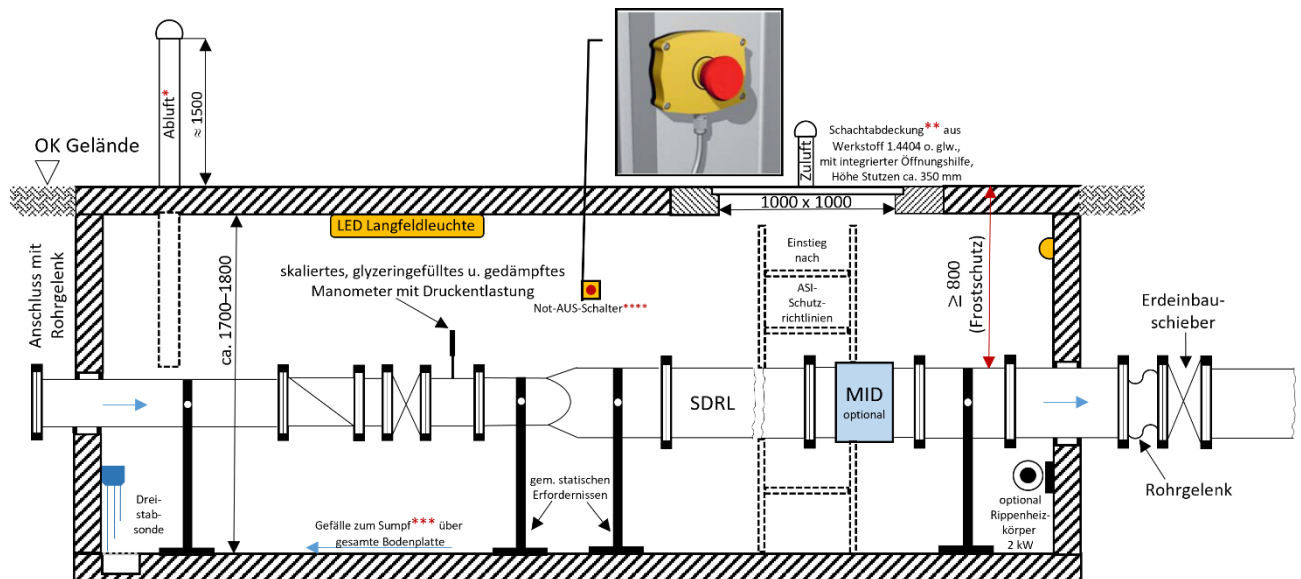


* Der MID muss für halbgefüllte Rohre geeignet sein oder im Schacht gedükt werden

** C cp mit Verweis auf Tabelle 2

*** Drahtbruchsicher in Reihe mit allen weiteren Not-Aus-Schaltern verdrahtet

- Die (weiteren) Baumassee des Schachts und des Hosenrohrs ergeben sich in Abhängigkeit der Armaturengrößen, der Anzahl der Einzeldruckrohrleitungen (ggf. 3 Pumpen) und der Rohrleitungsquerschnitte
- Die lichten Schachtdeckelmasse betragen mindestens 1,0 x 1,0 Meter bzw. orientieren sich am grössten Einzelbauteil im Schacht



* ggf. mit Hygrometer gesteuerten Rohrlüfter (Luftwechselrate min. 5-6/h), Höhe Abluftrohr 3 x Höhe Zuluft

** Es ist durch die Planenden abzuschätzen, ob eine zweite Schachtabdeckung im Bereich weiterer Flansche als Arbeitserleichterung ausgeführt werden sollte

*** Alternativ zum Sumpf kann bevorzugterweise am Tiefpunkt ein Bodenablauf mit Glockenverschluss (Ex-Schutz) und anschliessender Gefälleleitung zurück in den Pumpensumpf ausgeführt werden

**** Ggf. auch Verortung von Reparaturschaltern und Anschlussdosen Messtechnik etc. innerhalb des Armaturenschachts

Abbildung 21: Schemata zur möglichen technischen Ausrüstung eines Armaturenschachts mit Anordnung der dortigen Einbauten



Anhang 4: Beispiel zu einem Pumpwerk in Trockenaufstellung

Bezug: Kapitel 10.3 (weitere Ansichten)

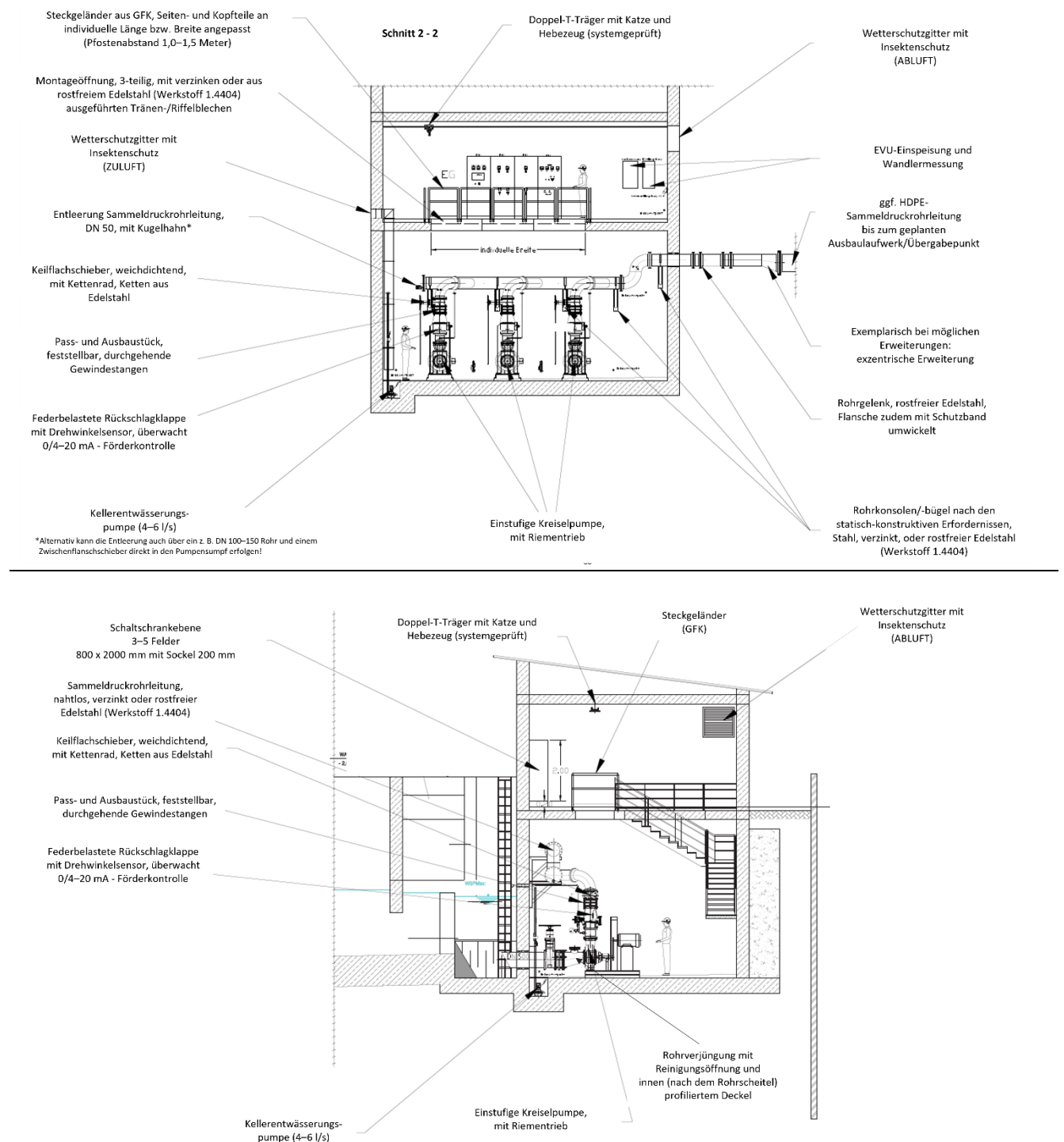


Abbildung 22: Beispiel zu einem Pumpwerk in Trockenaufstellung (weitergehende Ansichten zu Kapitel 10.3)⁶²

⁶² Quelle: Planungsbüro wegitec, D-57368 Lennestadt.



Anhang 5: Dimensionierungshilfe zu Massen und Abständen bei der Gestaltung des Pumpensumpfs bei Trockenaufstellung

Bezug: Kapitel 10.3.4 und 6

Q _{Pumpe} Förderstrom der grössten Einzelpumpe	C w Balkon/ Trennwand*)	D Verteil- öffnungen Balkon/Trenn- wand	C b Abstand Sohle/ Sumpf-UK Balkon/ Zulaufrohr	C Seitliches Mass Saugrohr/ Wand	E Arbeitsraum im Sumpf	A Breite Sumpf
[l/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
≤ 100	1'000	220	700	320	1'200	2'350
> 100 - 150	1'100	260	770	400	1'200	2'450
200	1'300	300	830	460	1'200	2'650
250	1'600	340	880	520	1'200	2'950
300	1'700	380	920	560	1'200	3'050
350	1'800	400	950	620	1'200	3'150
400	1'900	420	990	680	1'200	3'250
450	2'000	460	1'010	700	1'200	3'350
500	2'100	480	1'040	750	1'200	3'450
600	2'200	520	1'090	800	1'200	3'550
700	2'300	560	1'130	900	1'200	3'650

Tabelle 10: Orientierungswerte zu Massen und Abständen bei der Gestaltung des Pumpensumpfs (Trockenaufstellung)



Anhang 6: Schematische Ansichten zu Pumpensümpfen mit Balkon und Trennwand (Trockenaufstellung)

Bezug: Kapitel 10.3.4

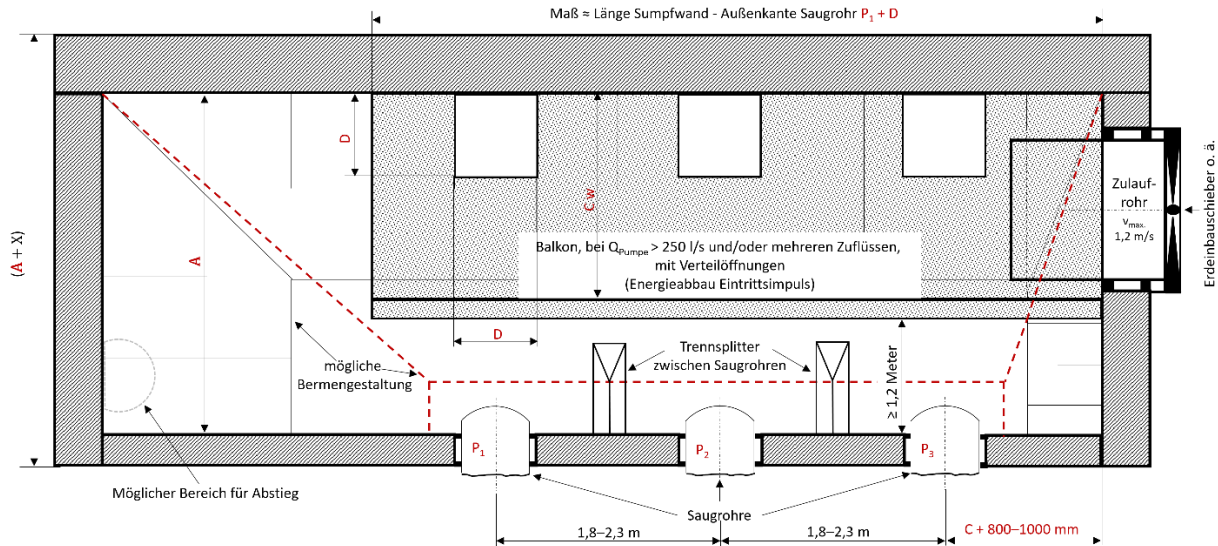


Abbildung 23: Schematische Draufsicht eines Pumpensumpfs mit Balkon, integrierten Verteilöffnungen und Trennsplittern

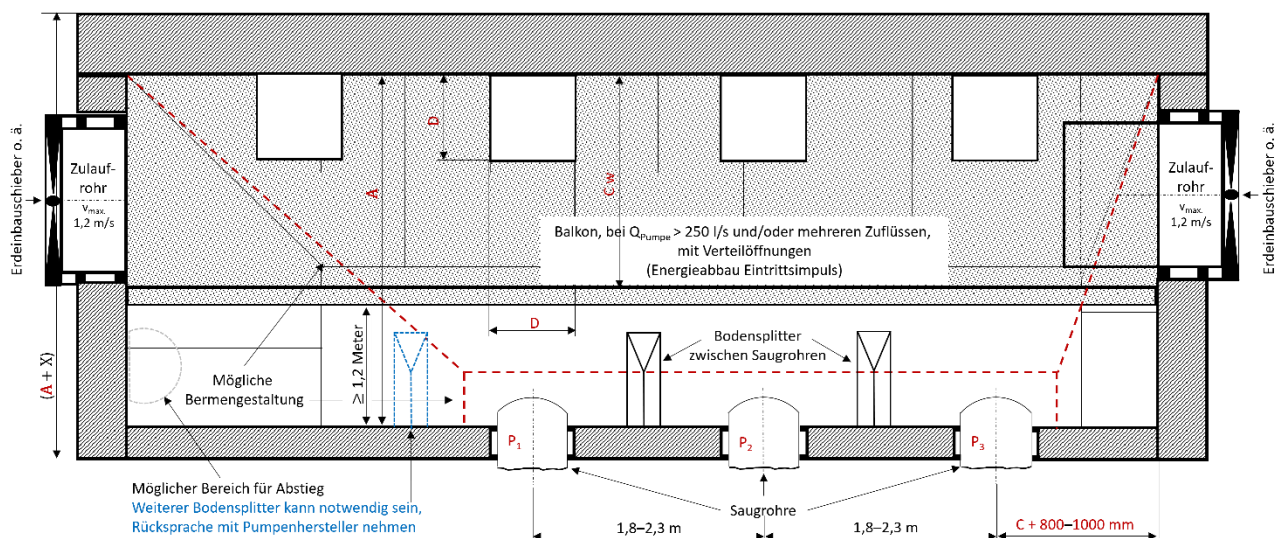
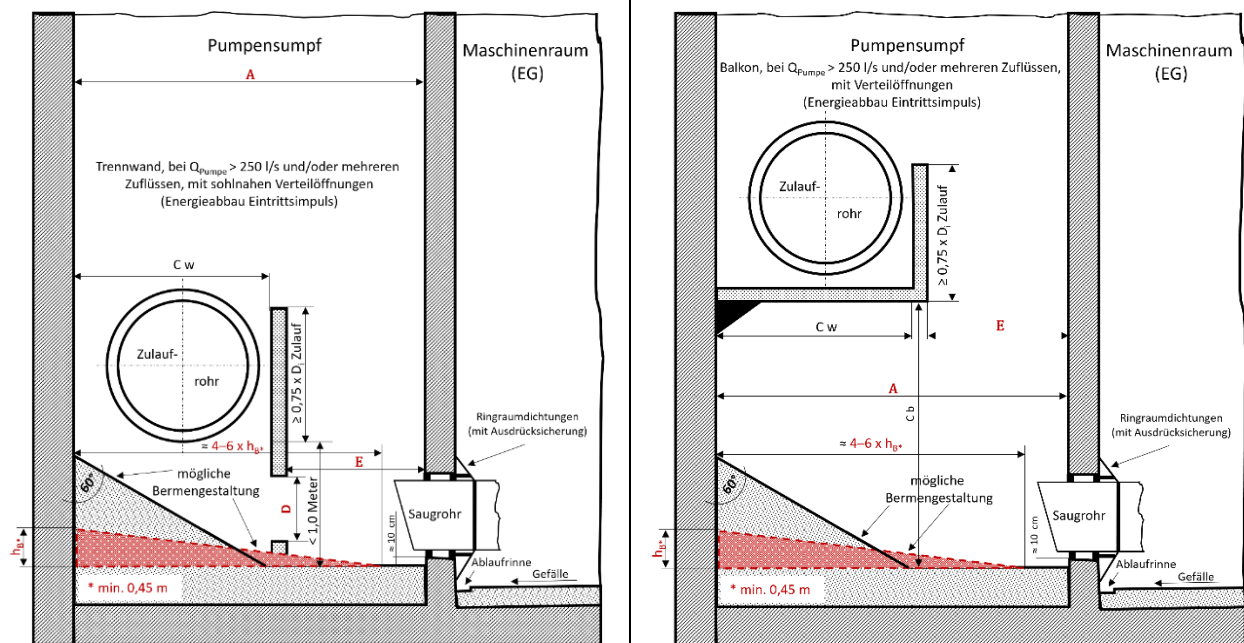
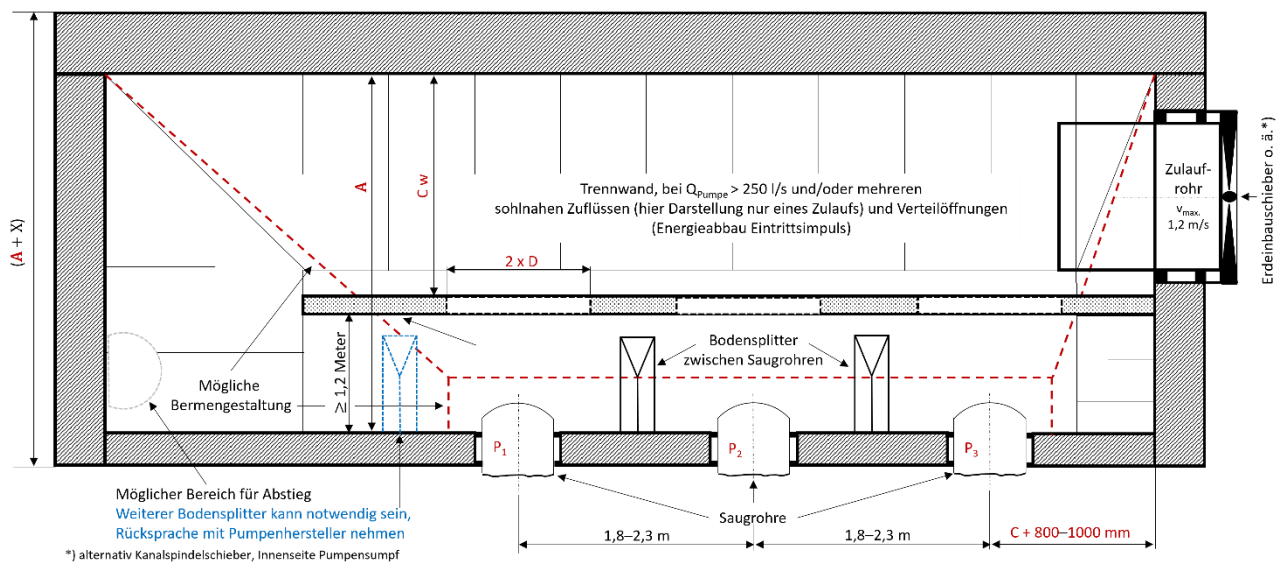


Abbildung 24: Schematische Draufsicht eines Pumpensumpfs mit Balkon und integrierten Verteilöffnungen bei seitlichen/mehreren Zuflüssen

Hinweis:

Die Ausführung eines Balkons sollte auch bei frontaler (Abbildung 9) oder seitlicher Einmündung des Zuflussrohrs und ab einem $Q_{\text{Pumpe}} > 250 \text{ l/s}$ sowie einer Absturzhöhe zum Dauerwasserspiegel $\geq 1,5 \text{ Meter}$ zur Harmonisierung des Gesamtzuflusses in Erwägung gezogen werden. Der Balkon ist in diesem Fall über die gesamte Pumpensumpfbreite zu führen.





Beispiel zur Bestimmung der Pumpensumpfbreite bei Ausführung eines Balkons:

$Q_{\text{Pumpe}}:$ 300 l/s

$V_{max.}$: 1,2 m/s

Daraus folgt:

D_i Zulaufrohr: ≈ 870 mm, gewählt 900 mm

Breite Balkon **C w:** 1'700 mm

Wandstärke Balkon: 15 cm*)

1. Breite **A** Pumpensumpf: $1'700 + 150 + 1'200$ (**E**) = 3'050 mm

2. Breite **A** Pumpensumpf: **3'100 mm (aufgerundet)**

Hinweis:

*) hier Annahme, gem. den statisch-konstruktiven Erfordernissen, es können sich abweichende Masse ergeben! Das Mass 1.200 mm ist mindestens einzubehalten, das Mass «C w» wird leicht überschritten, da Masse ab x'050 mm auf i. d. R. volle x'100 mm aufzurunden sind.

Beispiel auf Abbildungen mit Trennwand übertragbar!



Anhang 7: Winkel bei FFR-Stücken, Saugrohr mit Rohrbogen und Tulpe

Bezug: Kapitel 11.1

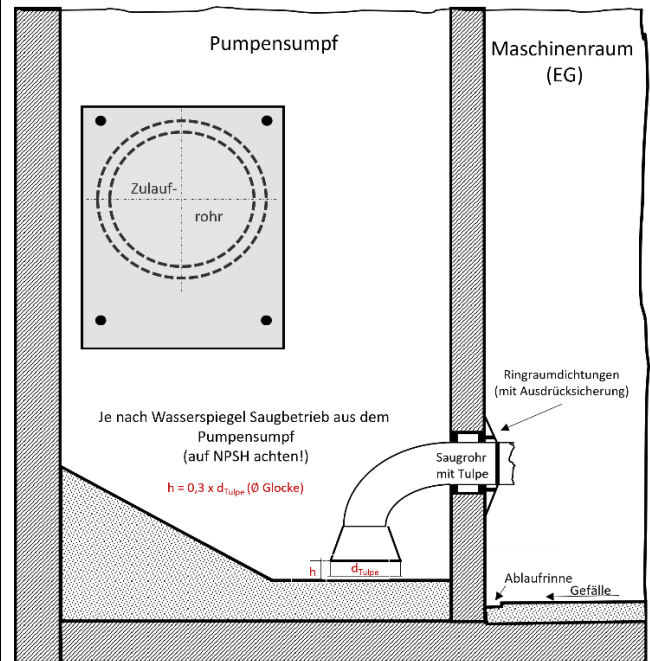
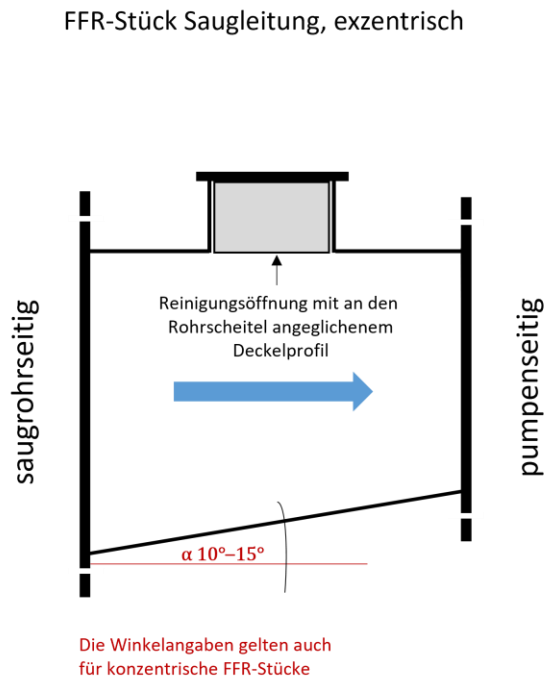


Abbildung 27: FFR-Stück mit Verjüngungswinkel, Saugrohr mit Tulpe (Trockenaufstellung)

Hinweis:

Die obigen Abbildungen zeigen zum einen die Vorzugswinkel bei exzentrischen FFR-Stücken (saug-/ druckseitig), zum anderen den Abstand eines ggf. zur Ausführung kommenden Saugrohrs mit Rohrbogen und Tulpe zur Sohle des Pumpensumpfs.

Bei konzentrischen FFR-Stücken kann die Winkelangabe symmetrisch übernommen werden!



Anhang 8: Konzeptioneller Aufbau einer Rückschlagklappe (RSK) mit Federbelastung (und Überdruckventil)

Bezug: Kapitel 10.2.3, 11.1 und 11.5

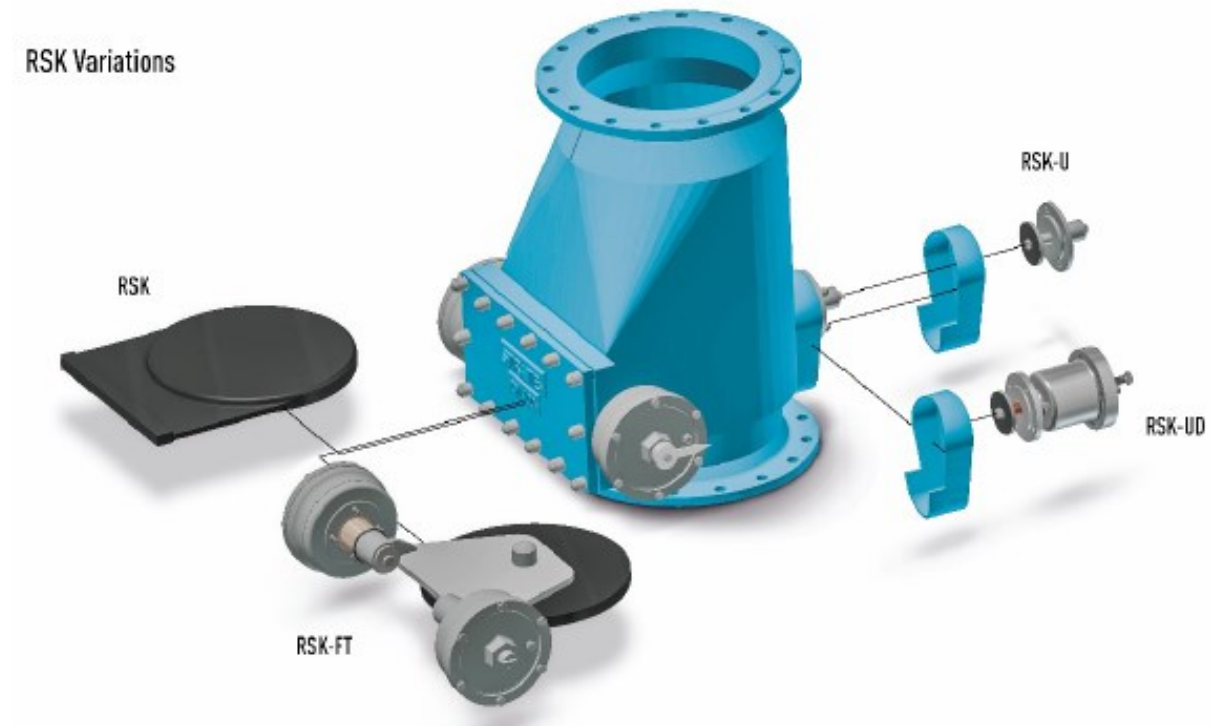


Abbildung 28: Konzeptioneller Aufbau einer Rückschlagklappe (RSK) mit Federbelastung (und Überdruckventil)⁶³

Merkmale (herstellerspezifisch):

- FT ⇒ federbelastetes Schliesselement
- U ⇒ inkl. Umführung und Absperrventil
- D ⇒ inkl. Druckstossdämpfung

Richtwerte zu Fließgeschwindigkeiten entsprechend der Armaturenausstattung:

- U ⇒ bis 2,5 m/s
- FTU(D) ⇒ min. 2,0 m/s, (bei D → ≥ 3,0 m/s, meist zwingend einzuhalten)

Hinweis:

Diese RSK ist mit U- und D-Ausführung nicht für den Einsatz bei Pumpen in Nassaufstellung geeignet, sofern kein Armaturenschacht vorgesehen wird. In diesen Anlagen sind beim Entfall eines Armaturenschachts nur RSK mit Federbelastung (FT) und gekapselten Drehwinkelsensoren (Ex-Schutz, druckwasserfest) möglich. Die Anordnung der RSK auf dem Druckstutzen der zum Einsatz kommenden Pumpe muss mit dem Hersteller der Klappe vor der Montage abgestimmt werden!

⁶³ Quelle: STRATE Technologie für Abwasser GmbH (D).



Anhang 9: Konzeptioneller Aufbau einer Rückschlagklappe (RSK) mit Hebel und Gewicht

Bezug: Kapitel 10.2.3, 11.1 und 11.5

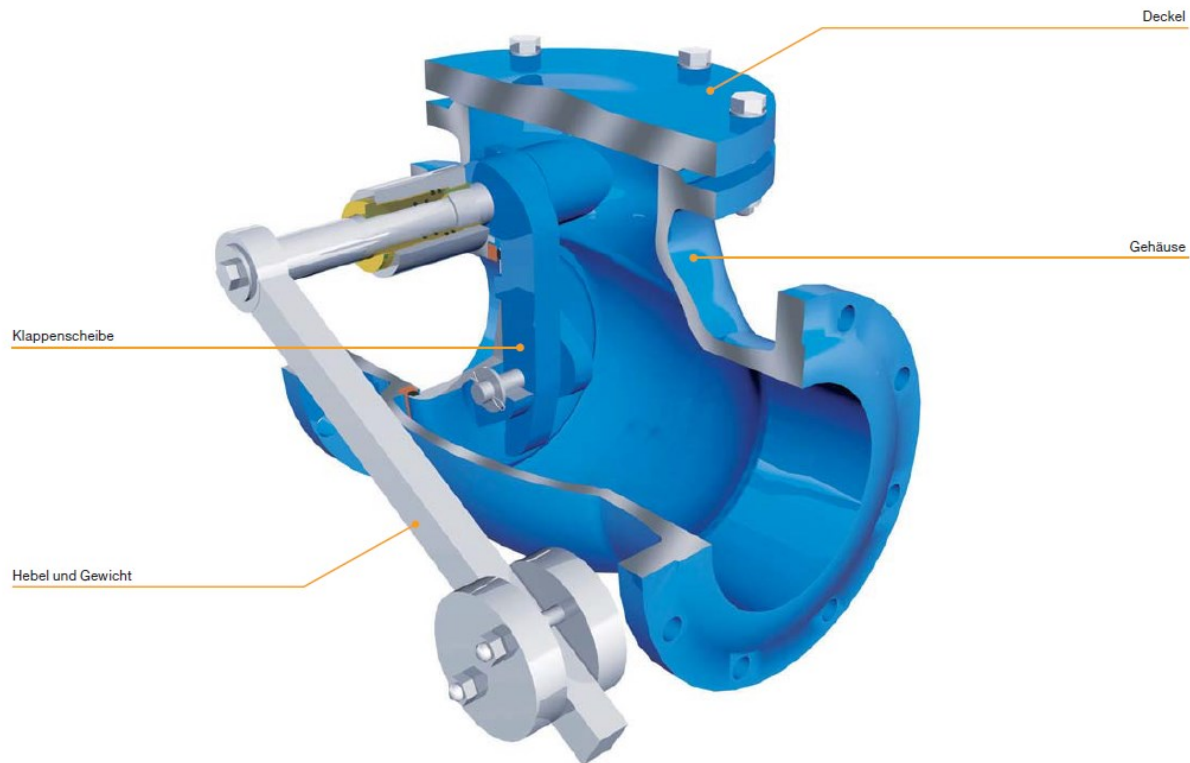


Abbildung 29: Konzeptioneller Aufbau einer Rückschlagklappe (RSK) mit Hebel und Gewicht⁶⁴

Richtwerte zu Fließgeschwindigkeiten:

- horizontaler Einbau $\Rightarrow$ min. 1,5 m/s
- vertikaler Einbau $\Rightarrow$ min. 2,0 < 3,0 m/s⁶⁵

Hinweis:

Diese RSK ist nicht für den Einsatz bei Pumpen in Nassaufstellung geeignet, sofern kein Armaturenschacht vorgesehen wird. In diesen Anlagen sind beim Entfall eines Armaturenschachts nur RSK ohne Hebel und Gewicht möglich. Es ist abzuwägen, wie die Trockenlaufschutzüberwachung umgesetzt werden kann. Können Drehwinkelsensoren zum Einsatz kommen, müssen diese gekapselt sein (Ex-Schutz, druckwasserfest).

⁶⁴ Quelle: VAG GmbH (D).

⁶⁵ $v > 3,0$ m/s sollte stets mit dem Hersteller abgestimmt werden.



Anhang 10: Empfehlungen zu Betriebs- und Störmeldungen

Bezug: Kapitel 14.4

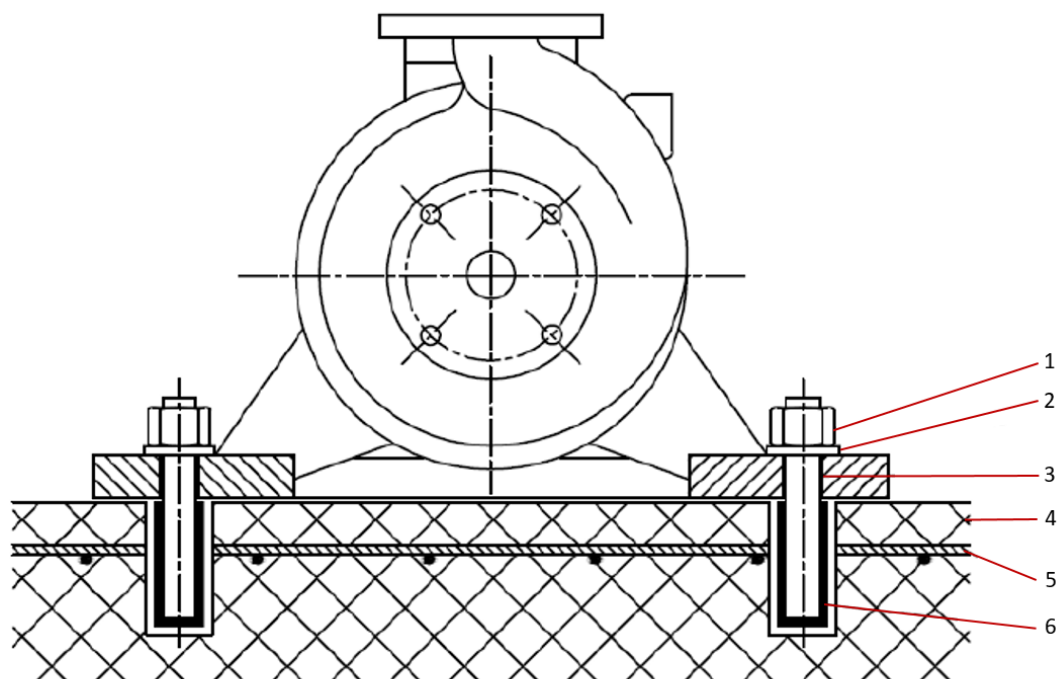
Meldungen 1. Ordnung	Meldungen 2. Ordnung
⊗ Einspeiseschalter ausgelöst	⊗ Netzausfall durch EVU
⊗ Not-Aus betätigt	⊗ Messung Wasserspiegellage abweichend (Sumpf) Messung 1 zu Messung 2 (> 10 cm Abweichung)
⊗ Automatenfall	⊗ Automatenfall (Hausinstallationen etc.)
⊗ Ausfall SPS	⊗ Pumpe 1 gestört
⊗ Voralarm Überflutung Pumpensumpf	⊗ Pumpe 2 gestört
⊗ Überflutung Pumpensumpf (ggf. Fahrbahn)	⊗ Pumpe 3 gestört (optional)
⊗ Überflutung Maschinenraum	⊗ Trockenlaufschutz ausgelöst
⊗ Netzausfall und Pumpen gefordert	⊗ Steuerspannung 24V fehlt
⊗ Einbruchmeldung	⊗ Steuerspannung 230V fehlt
⊗ beide Wasserstandmessungen Pumpensumpf gestört	⊗ Motortemperatur zu hoch
Alarm WSPmax. erreicht, Gefahr durch Fahr- bahnüberflutung (optional)	⊗ Voralarm WSPmax., drohende Fahrbahnüber- flutung
⊗ Steuerspannung fehlt und Pumpe(n) gefordert	⊗ Messung Wasserspiegellage Maschinenraum gestört
⊗ min. 2 Pumpen AUS oder gestört	⊗ Kellerentwässerungspumpe gestört
⊗ min. 2 FU/Sanftstart/-stopp gestört	⊗ Motorschutzschalter ausgelöst
⊗ Bypassleitung (Probelauf) in Betrieb (optional)	⊗ Pumpenwahlschalter «AUS» o. «HAND»
⊗ ---	⊗ FU/Sanftstart/-stopp gestört
⊗ ---	⊗ FU/Sanftstart/-stopp mit folgender Störung: --- ---
⊗ ---	⊗ Nassaufstellung: Ex-Sicherheitsrelais ausgelöst (bei Nassaufstellung mit Ex-Schutz-Pumpen); Temperatur Pumpe zu hoch
⊗ ---	⊗ Nassaufstellung: Leckagesensor ausgelöst (Über- wachung Gleitringdichtung, Ölkammer)
⊗ ---	⊗ kritische Isolation
⊗ ---	⊗ SPS-Akku (kritischer Ladezustand)
⊗ ---	⊗ Überspannungsschutz
⊗ ---	⊗ TMR 1 Sammelstörung ⊗ TMR 2 Sammelstörung
⊗ ---	⊗ Rohrschachtpumpe: Lagertemperatur zu hoch

Abbildung 30: Empfehlung von projektspezifisch zu übertragenden (UeLS) Betriebs- und Störmeldungen



Anhang 11: Isolierende Befestigungen bei Bohrungen im Bereich der konstruktiven Bewehrung (galvanische Trennung)

Bezug: Kapitel 12.3.3 und 13.2



1. Mutter, 2. Unterlegscheibe, 3. Anker/Schraube, 4. Beton, 5. Bewehrungsstahl, 6. Kunstharzmörtel o. isolierter Dübel.

Abbildung 31: Isolierte Verschraubung an Pumpen (auf Kabeltragsysteme etc. übertragbar)

Hinweis:

Alle Bohrungen, die zur Befestigung der Pumpen, anderer elektrischer Verbraucher oder auch der Rohrkonsolen usw. die Bewehrung tangieren oder diese durchtrennen und die von den ggf. zudem geerdeten Rohrleitungen oder dem Erdungssystem galvanisch getrennt werden müssen, sind mit einer Zwischenisolation auszuführen. Dies kann damit auch bei erforderlicher elektrischer Auftrennung mit Trenntransformator oder 10-mA-Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen der Fall sein.

Die Erfordernisse sind auch in Ex-Schutz-Bereichen zu beachten.

Alternativ oder als Ergänzung können auch auftrennende Isolationsflansche ausgeführt werden.



Anhang 12: Prinzipschema zum Schaltschrankaufbau bei Trocken- und Nassaufstellung (mit Versorgungsstation)

Bezug: Kapitel 12.4.1 f.

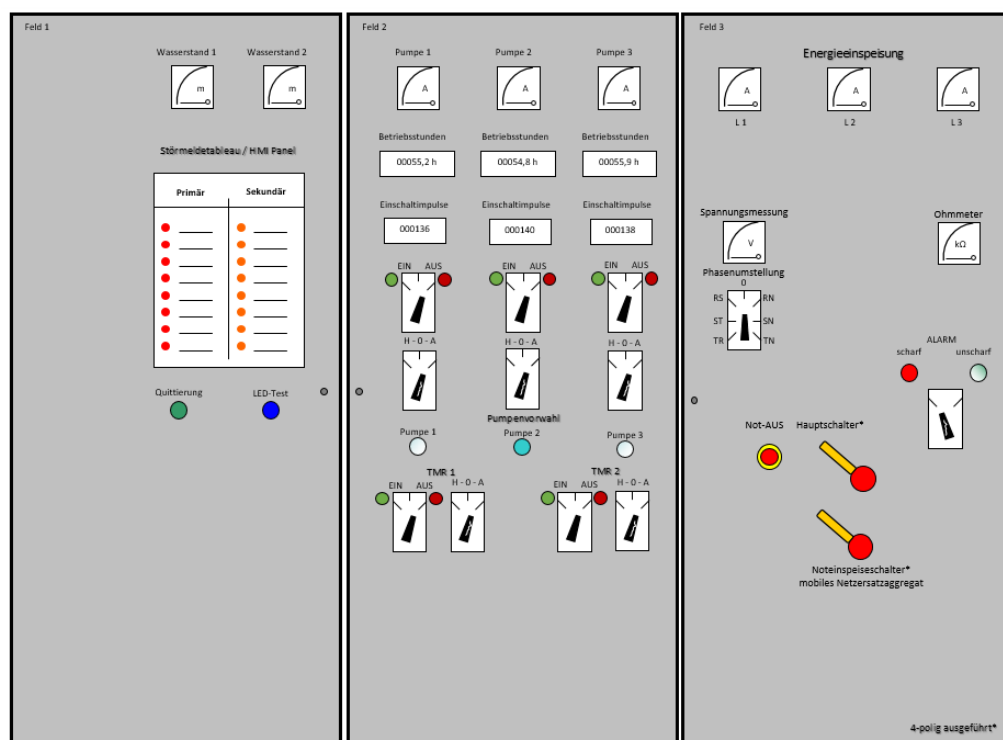


Abbildung 32: Schematischer Schaltschrankaufbau in einem Pumpwerk mit Trockenaufstellung

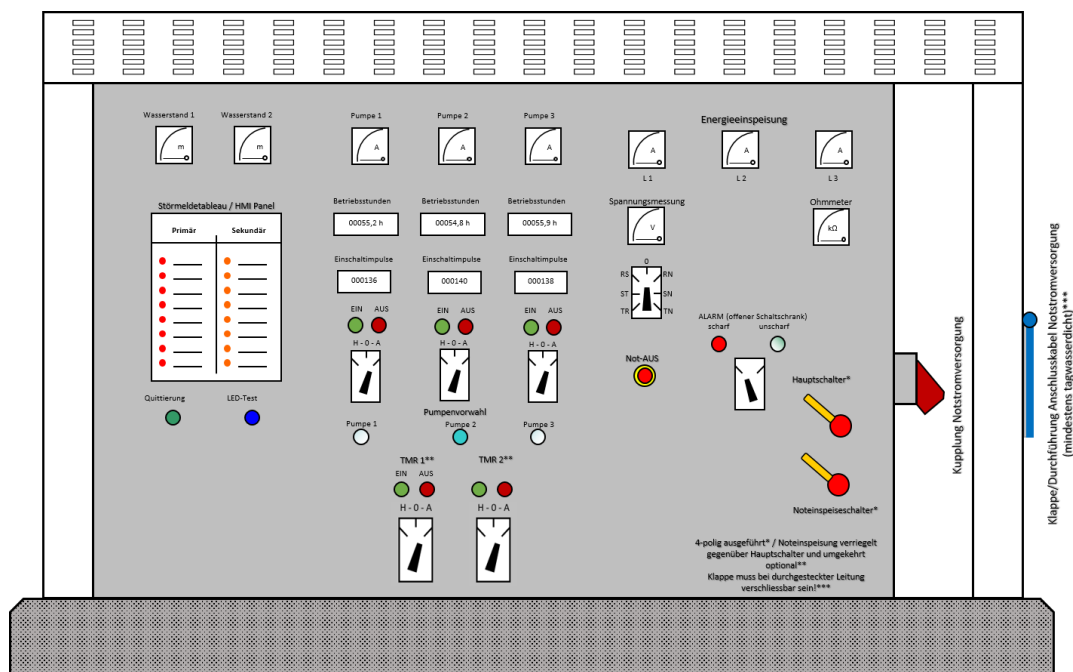


Abbildung 33: Schematischer Schaltschrankaufbau in einem Pumpwerk mit Nassaufstellung (Elektrokabine)

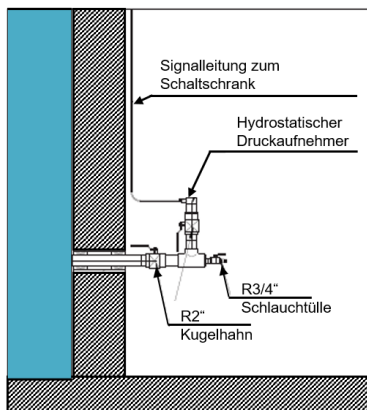


Anhang 13: Prinzipschema zur technischen Ausführung einer Niveaumessung im Pumpensumpf

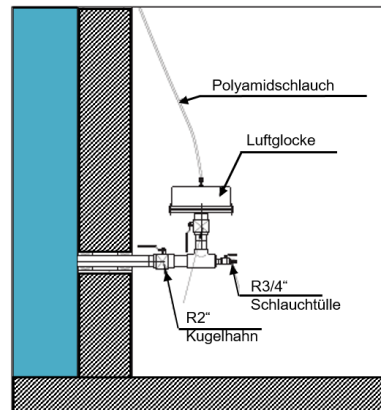
Bezug: Kapitel 10.2.3, 14.5 f., 17.6.1

Trockenaufstellung:

Darstellungen zur hydrostatischen Druckmesssonde und Luftglocke

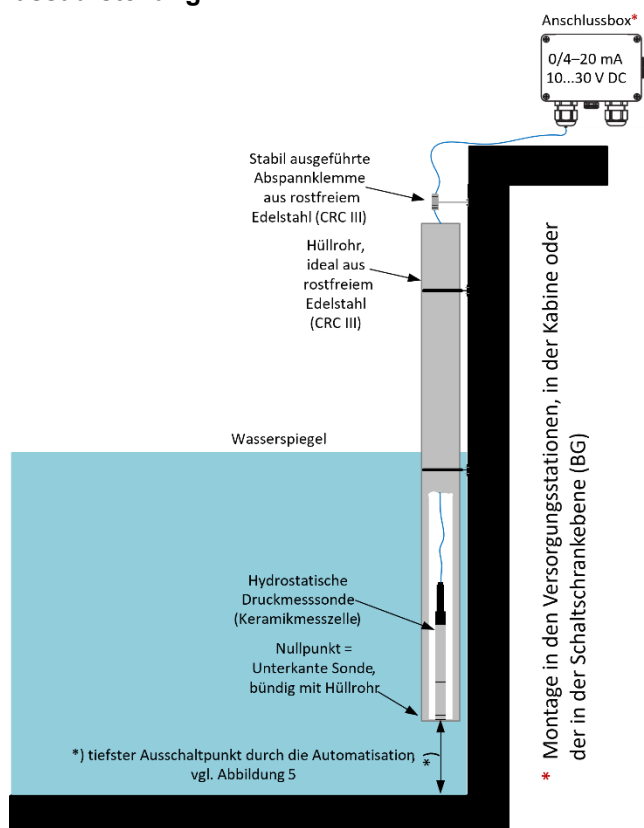


0/4–20mA / 10...30 V DC
alternativ Anbindung an ein Bussystem



0/4–20mA / 10...30 V DC
(Druckmessumformer im Schaltschrank)

Nassaufstellung:



Wesentliche technische Merkmale*):

Nennndruck relativ:	0,1–0,6 bar**)
Messzelle:	Keramik
Signal:	0/4–20mA/Bussystem
Strom:	10...30 V DC
Gehäuse:	rostfreier Edelstahl KWK III
Flansch/Deckel:	ideal = Gehäuse
Langzeitstabilität:	$\leq \pm 0,1 \%$ / Jahr
Sprungantwort:	400–500 ms
Temperaturbereich:	- 10 bis + 50 °C
Zusatzgewicht:	optional
PT100:	optional

*) auf Trockenaufstellung übertragbar
**) bzw. nach möglicher Füllstandshöhe

Abbildung 34: Schematische Darstellungen zur Niveaumessung im Pumpensumpf (nass/trocken)



Anhang 14: Schema zur Bypass-/Entleerungsleitung im Bereich einer Einzel-/Sammeldruckrohrleitung

Bezug: Kapitel 14.10

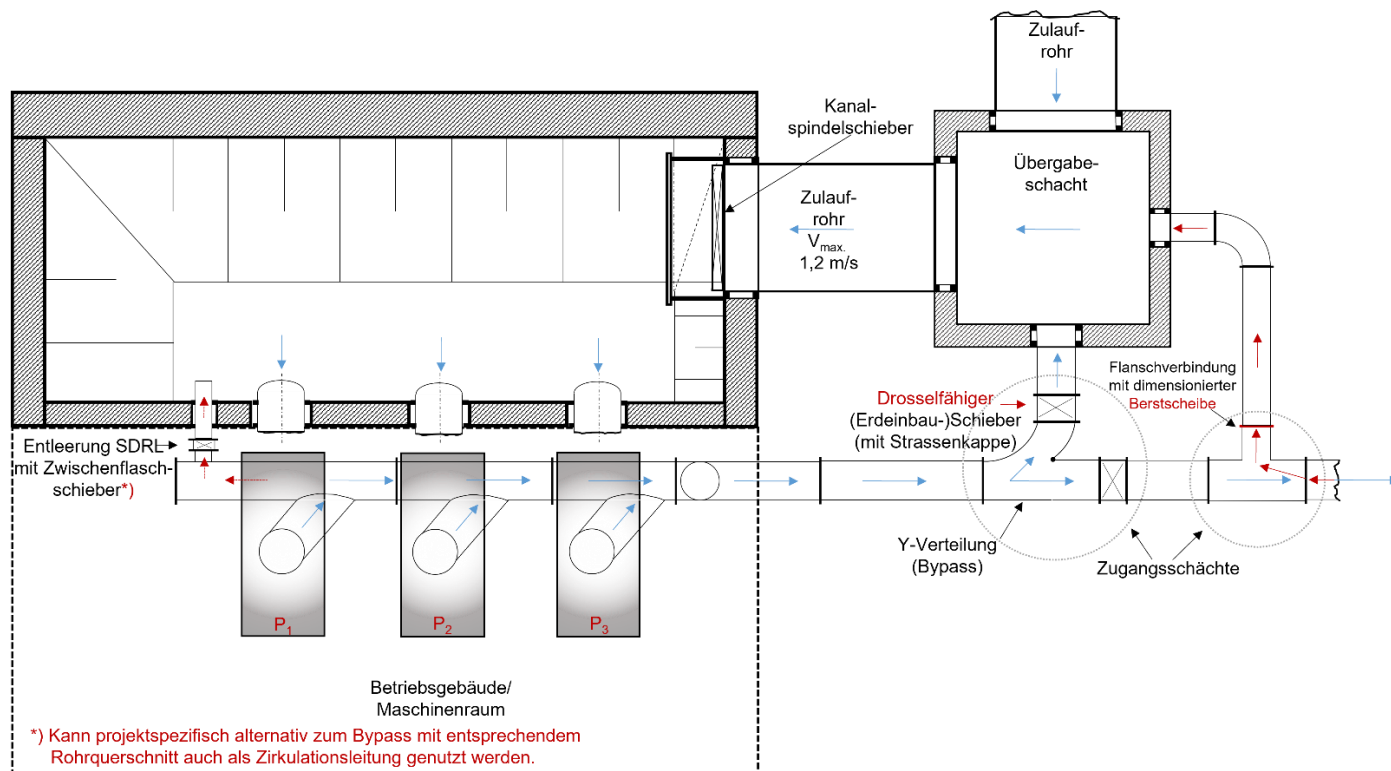


Abbildung 35: Schema zur Bypass- und Entleerungsleitung zwecks Einfahrens und Wartung des Pumpwerks, inkl. möglicher Druckentlastung bei Druckschlaggefahr



Anhang 15: Prinzipskizze mit wesentlichen Planungsgrunddaten bei Trockenaufstellung

Bezug: Kapitel 7

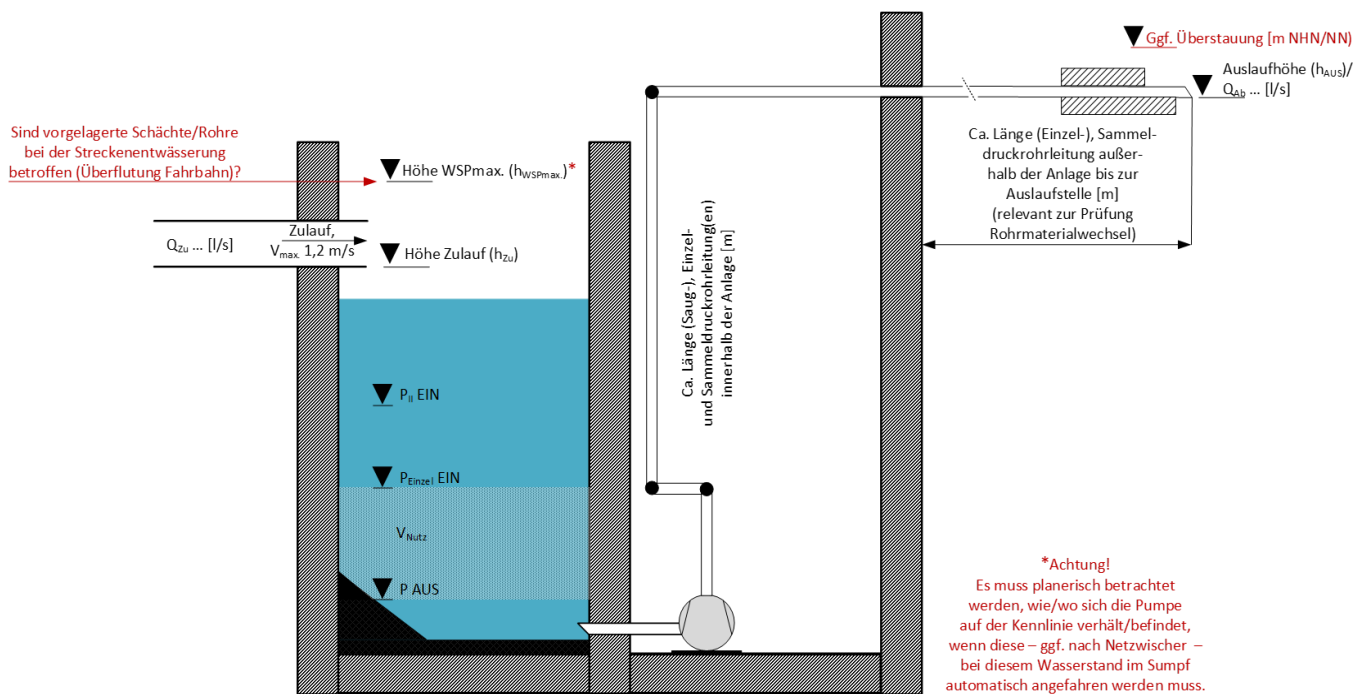


Abbildung 36: Grobskizze mit wesentlichen Planungsgrunddaten bei Trockenaufstellung



Anhang 16: Dimensionierungshilfe zu Schneckenpumpwerken

Bezug: Kapitel 10.5

Q_{Zu} [l/s]	Aussendurch- messer D Schnecke [mm]	Aufstellwinkel 30° FP-SP [m]		Aufstellwinkel 35° FP-SP [m]		Aufstellwinkel 38° FP-SP [m]
1'250	2'000	7,05		8,10		8,65
1'550	2'200	7,90		9,15		9,70
1'900	2'400	8,25		9,45		10,00
2'300	2'600	8,00		9,20		9,80
2'700	2'800	8,25		9,60		10,20
3'200	3'000	8,55		9,90		10,50
3'750	3'200	8,85		10,30		> 10,00
4'300	3,400	9,10		> 10,00		> 10,00

Tabelle 11: Dimensionierungshilfe zu Schneckenpumpwerken (Grosspumpwerke)⁶⁶

Hinweis:

- Die optimale Trogbreite beträgt D (Schnecke) + 400 mm.
- Aufstellwinkel > 38° sollten vermieden werden.

⁶⁶ Quelle: Planungshilfen der Fa. Spaans Babcock bv, 8561 AV Balk, Niederlande.



Anhang 17: Wesentliche Bezugsvorschriften und Verweise

Bezug: Kapitel 2.4

Wesentliche Bezugsvorschriften und Verweise (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Verordnung (EG) Nr. 640/2018 über die Anforderungen an die Energieeffizienz
- ASTRA 13020, Energieversorgung der Nationalstrassen
- ASTRA 13032, Engineering der BSA-Daten, Teil 1: Informationen der Feldebene (UeLS)
- ASTRA 16110, Betrieb NA – Arbeitssicherheit
- ASTRA 18005, Strassenabwasseranlagen an Nationalstrassen
- ASTRA 86025, Leitfaden für die Erstellung des Sicherheitskonzeptes der Nationalstrassen
- Technisches Merkblatt 21 001-10422, Befahrbare Schachtabdeckungen, konstruktive Details
- Technisches Merkblatt 21 001-10432, Druckleitung
- Technisches Merkblatt 21 001-10441, Rückhaltebecken
- Technisches Merkblatt 23 001-11624, Applikationen der Steuer- und Leittechnik
- Technisches Merkblatt 23 001-12110, Normschränke und Kabinen
- Technisches Merkblatt 23 001-12120, Werkstoffwahl und Korrosionsschutz
- Technisches Merkblatt 24 001-10606, Stapelbecken
- SUVA-Merkblatt 2153, Explosionsschutz – Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen
- SUVA-Merkblatt CE93-9, Der Revisionsschalter (Sicherheitsschalter)
- SUVA-Merkblatt 44006.d, Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Gestaltung der Geländer
- SUVA-Merkblatt 44062.d, Sicheres Einsteigen und Arbeiten in Schächten, Gruben und Kanälen
- SUVA-Bestellnummer 1825.d, EKAS-Richtlinie Nr. 1825, Brennbare Flüssigkeiten
- SN EN 1838: Sicherheitsbeleuchtung; lichttechnische Anforderung an die Notbeleuchtung
- SN EN 60598-1, SN EN 60598-2-22: Anforderung an die Leuchten
- Weitere Anforderungen an die Sicherheitsbeleuchtung:
 - SN EN 50171
 - SN EN 50172
 - SN EN 50178
 - SN EN 60146-1-1
 - SN EN 61439-1
- SNR 464113, Fundamente der
- SNR 464022, Blitzschutzsysteme
- SN 411000, Niederspannungs-Installationsnorm NIN
- SN 60079-0, explosionsgefährdete Bereiche



- SN 60079-1, Geräteschutz durch druckfeste Kapselung
- SN 62305 (Teil 1–3), VDE 0185-305, Blitzschutz
- SN 60204 Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen
- NIV, Niederspannungs-Installationsverordnung
- NIN, Niederspannungs-Installationsnorm (SN 1000)
- NEV, Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse AS 2016 105
- 86063 Betrieb NS – Tätigkeitsverzeichnis
- ATV DVWK – A 134, Planung und Bau von Abwasserpumpenanlagen
- Checkliste Explosionsrisiken, SUVA-Publikation 67132.d (Ex-Schutz-Dokument)
- DIN 1629, Nahtlose kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besondere Anforderungen
- DIN 18014, Fundamente der – Planung, Ausführung und Dokumentation
- DIN 2526, Flansche/Formen der Dichtfläche
- DIN 2616, Stahlittings zum Einschweissen, Reduzierstücke
- DIN 2632, Vorschweissflansche – Nenndruck 10 bar
- DIN 2642, Lose Flansche - Vorschweissbördel, Glatte Bunde – Nenndruck 10 bar
- DIN 30672, Nachumhüllungsmaterialien für den Korrosionsschutz von erdüberdeckten Rohrleitungen – Teil 1: Anforderungen und Produktprüfungen
- DIN 3476, Armaturen – Anforderungen und Prüfungen – Teil 1: Korrosionsschutz durch Epoxidharzbeschichtung
- DIN EN 10088-2, Nichtrostende Stähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung
- DIN EN 10216-3, Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen
- DIN EN 10217-7, Geschweisste Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen – Teil 7: Rohre aus nichtrostenden Stählen
- DIN EN 10220, Nahtlose und geschweisste Stahlrohre – Allgemeine Tabellen für Masse und längenbezogene Masse
- DIN EN 10253-4, Formstücke zum Einschweissen – Teil 4: Austenitische und austenitisch-ferritische (Duplex-)Stähle mit besonderen Prüfanforderungen
- DIN EN 1092-1, Flansche und ihre Verbindungen – Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet – Teil 1: Stahlflansche
- DIN EN 1226-1, Industriearmaturen – Prüfung von Armaturen aus Metall – Teil 1: Druckprüfungen, Prüfverfahren und Annahmekriterien – Verbindliche Anforderungen
- DIN EN 12513, Verschleissbeständige Gusseisen



- DIN EN 1514-1, Flansche und ihre Verbindungen – Masse für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung – Teil 1: Flachdichtungen aus nichtmetallischem Werkstoff mit oder ohne Einlagen
- DIN EN 1838, Angewandte Lichttechnik – Notbeleuchtung
- DIN EN 588, Baulängen für Armaturen
- DIN EN 60034-1, Drehende elektrische Maschinen – Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten
- SN EN 61439, Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (der Geltungsbereich der Norm erstreckt sich auf Verteiler mit einem oder mehreren Niederspannungsschaltgeräten inklusive der Betriebsmittel zum Steuern, Messen, Schützen und Regeln sowie auf alle inneren elektrischen und mechanischen Verbindungen und Konstruktionsteile)
- DIN EN ISO 12944-1 bis 5, Korrosivitätskategorien, Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme
- DIN EN ISO 12944-4, Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung
- DIN EN ISO 15614-1, Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißverfahrensprüfung
- DIN ISO 21940-11, Mechanische Schwingungen – Auswuchten von Rotoren
- DIN EN ISO 8501/DIN EN ISO 8503, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen
- DIN EN ISO 9906, Kreiselpumpen – Hydraulische Abnahmeprüfungen – Klassen 1, 2 und 3
- DIN VDE 0100 und alle weiteren bzw. anzuwendenden Bezugsvorschriften (z. B. VDE 05–100)
- DIN 51130 (Orientierungshilfe), Rutschhemmung und Rutschsicherheit
- EN 1171 (DIN 3352-2), Industriearmaturen – Schieber aus Gusseisen
- ESTI, Dokument Nr. 511, Version 0712 d
- Richtlinie 2014/34/EU – Schutzziele für elektrische und nicht-elektrische Geräte
- SGK Richtlinie C2, Korrosionsschutz von erdverlegten metallischen Anlagen
- SGK Richtlinie C6, Korrosionsschutz in Abwasseranlagen

Weitere Vorgaben und Vorschriften (insbesondere ASTRA FHB T/U) zu Bauten und Umwelt sind durch den Bau zu berücksichtigen.



Anhang 18: Rettungshubsysteme im Bereich von Abstiegen an Pumpensäumpfen und Becken

Bezug: Kapitel 15

Hinweis:

Beim Unterhalt sollte im Regelfall das Personal der Gebietseinheiten nicht in mit Strassenabwasser gefüllte Säumpfe oder Becken absteigen, sofern die erforderlichen Kontrolltätigkeiten von der Oberfläche aus erfolgen können. Der Einstieg in ein gefülltes Becken etc. ist damit nur in begründeten Ausnahmesituationen zuzulassen, bei denen weitere Schutzmassnahmen (z. B. weiteres Absichern und Freimessen mit Mehrgasmessgeräten) zu prüfen und sicherzustellen sind.

Die Arbeiten in Säumpfen oder Becken erfordern i. d. R. eine hohe Bewegungsfreiheit bei gleichzeitiger Sicherstellung, dass eine in Not geratene Person schnellstmöglich und sicher aus dem Gefahrenbereich geborgen werden kann. Bei entsprechenden Arbeiten sind zukünftig Rettungshubsysteme (Höhensicherungsgeräte) o. ä. einzusetzen, wobei das Personal mit passenden Gurtsystemen auszustatten und in das System einzuweisen ist.

Vor den genannten Hintergründen sollen in Becken oder in Säumpfen befestigte Leitern primär als Ausstiegshilfen für hineingefallene Personen oder bei geplanten Wartungsarbeiten etc. genutzt werden. Bei Letzteren sind die Personen über das Rettungshubsystem mit ausreichender Kabel- oder Seillänge zu sichern.

*Es ist im Weiteren die Publikation **44062.d der SUVA** zu berücksichtigen.*

Nützliche Angaben zum sicheren Arbeiten in Schächten und Pumpensäumpfen geben auch die folgenden deutschen Richtlinien:

- DGV⁶⁷ Regel 22, Abwassertechnische Anlagen
- DGV BGI/GUV-I 5189, Auswahl und Benutzung von Steigleitern
- DGV Regel 112-199



Abbildung 37: Beispiel zu einem Rettungshubsystem (Höhensicherung)⁶⁸

⁶⁷ Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Spitzenverband).

⁶⁸ Quelle: DGV Regel 112-199.



Aufbau einer portablen Höhengsicherung (Fixierung in Wandhülse) im seitlichen Bereich von Becken oder Pumpensäumpfen:

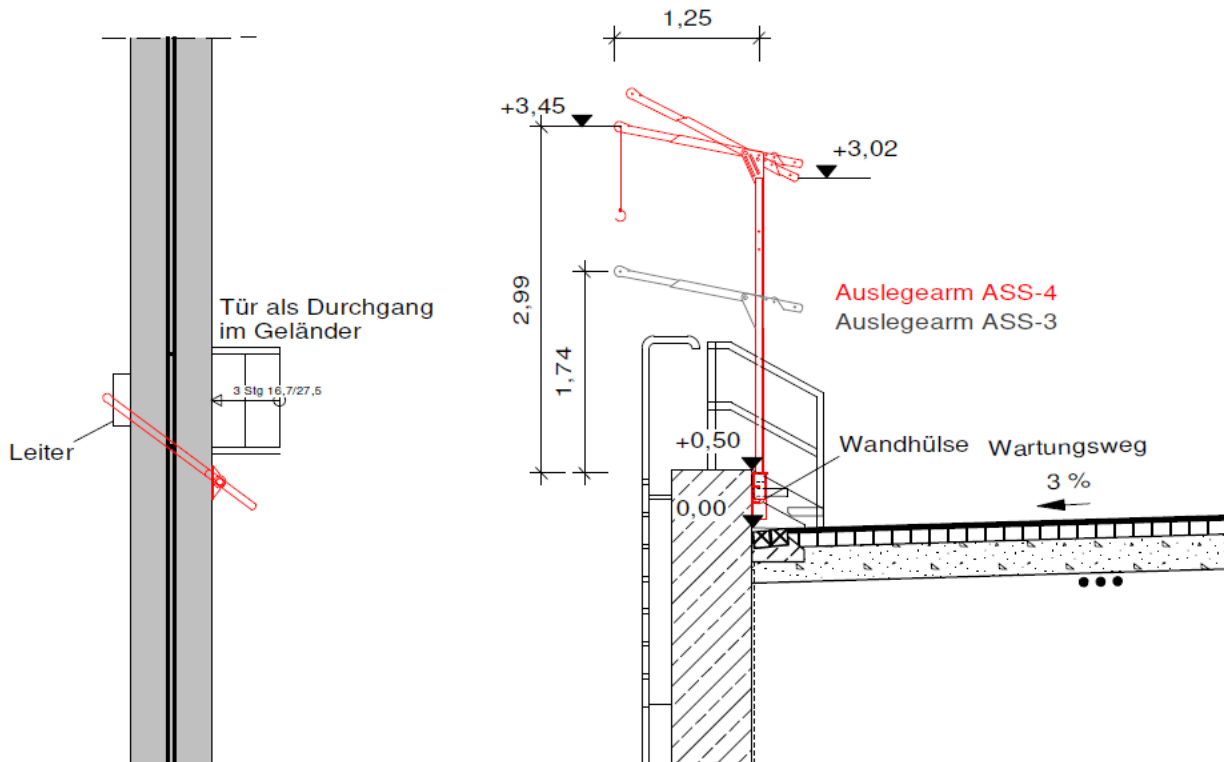


Abbildung 38: Beispiel zur Umsetzung eines portablen Rettungshubsystems (Höhensicherung) im Beckenbereich⁶⁹

Hinweis:

Die einzusetzenden Rettungshubsysteme müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Konformitätsnachweis gemäss EN 795
- Fallschutzbegrenzung auf 3 kN
- fest arretierte Winde zwecks kräfteschonender Bedienung
- Hülssenposition vorzugsweise an nach aussen zeigender Betonwand des Beckens und entsprechend angepasstes Geländer im Schwenkbereich des Rettungshubsystems (siehe vor)
- Sicherung der Hülse gegen Anfahren
- Möglichkeit eines späteren Hülssenaustauschs (Befestigungsart: Verschraubung statt Einbetonierung)

⁶⁹ Quelle: Straßen.NRW, Betriebssitz Gelsenkirchen, Stabsstelle Arbeitssicherheit.

