

B.2.6.3.1:

Technische Erläuterungen Pumpbauwerk (PBW)

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Technische Erläuterungen Pumpbauwerk .....</b>	<b>4</b>
1.1 Bauwerksunterteilung .....	4
1.2 Baugrube .....	4
1.3 Baukonstruktion .....	5
1.4 Zulaufleitungen .....	6
1.4.1 Freigefälledruckrohrleitungen .....	6
1.4.2 Absperr- und Regelorgane .....	7
1.4.3 Abscheideanlagen und Siebraum .....	7
1.5 Nassraum .....	7
1.5.1 Geometrie und Anordnung .....	7
1.5.2 Luftaustausch.....	7
1.6 Trockenraum .....	8
1.6.1 Geometrie und Anordnung .....	8
1.6.2 Luftaustausch.....	8
1.7 Hauptfördersystem .....	8
1.7.1 Systembeschreibung.....	8
1.7.2 Pumpenaufstellung .....	8
1.7.3 Pumpenauslegung .....	8
1.7.4 Rohrsystemberechnung Innenbereich .....	9
1.7.5 Rohrsystemberechnung Außenbereich.....	9
1.7.6 Druckstoß .....	9
1.7.7 Hydraulik Saugseite .....	9
1.8 Kransystem.....	10
1.9 Kompressorraum .....	10
1.10 Betriebsräume .....	10
1.11 Technikräume.....	10
1.12 Trafo- und Kältemaschinengebäude .....	11
1.13 Nebengebäude (Lüftungszentrale).....	11
1.14 Bauwerkshülle .....	11
1.15 Elektrotechnische Anlagen .....	12
1.15.1 Energieversorgung und Eigenbedarf .....	12
1.15.2 Mittelspannungsnetz .....	12
1.15.3 Eigenbedarfstransformatoren .....	12
1.15.4 Niederspannungsschaltanlagen.....	12
1.15.5 Antriebstechnik .....	13
1.15.6 Sicherheits- und Fluchtwegebeleuchtung .....	13
1.15.7 Steuerspannungsebenen .....	13
1.16 Prozessleittechnik.....	14
1.17 Heizungs-, Klima-, Lüftungs- und Sanitäreanlagen (HKLS).....	14

1.18	Erschließung des Betriebsstandorts.....	15
1.18.1	Ver- und Entsorgungssystem .....	15
1.18.2	Löschwassersystem.....	15
1.18.3	Straßenverkehrliche Anbindung.....	15
1.19	Brandschutz.....	16
1.20	Wärmeschutz.....	16
1.21	Schallschutz .....	16
<b>2</b>	<b>Redundanz.....</b>	<b>17</b>
2.1.1	Mechanische Komponenten und Bauteile .....	17
2.1.2	Energieversorgung.....	17
<b>3</b>	<b>HOCHWASSER RHEIN.....</b>	<b>17</b>

# 1 TECHNISCHE ERLÄUTERUNGEN PUMPBAUWERK

## 1.1 Bauwerksunterteilung

Bei dem Pumpbauwerk (PBW) wird zwischen dem Hoch- und dem Tiefbauteil unterschieden. Der Tiefbauteil befindet sich in einer Höhenlage unterhalb der Ursprungs-GOK. Er besteht im Wesentlichen aus den Zulaufgerinnen, dem Nassraum und dem Trockenraum. Der Hochbauteil befindet sich oberhalb der Ursprungs-GOK. Er besteht im Wesentlichen aus dem Hauptgebäude, bestehend aus Siebraum, Kranraum, Kompressorraum, Betriebsräumen, Technikräumen, dem Trafo- und Kältemaschinengebäude sowie dem Nebengebäude.

## 1.2 Baugrube

Der Gründungshorizont des PBW liegt bei +25,40 m ü. NHN, die GOK bei ca. 38,95 m ü. NHN. Die Außenabmessungen des PBW betragen ca. 100,50 m x 36,00 m. Dies beinhaltet die Ausklinkungen der Rohranschlüsse sowie einen Teilbereich der Zulaufgerinne mit den Abscheidanlagen. Die Außenwände des PBW werden direkt gegen die Verbauwand betoniert. Der Verbau besteht aus einer Schlitzwand mit umlaufendem Kopfbalken. Die Außenabmessungen der Baugrube betragen ca. 104,20 m x 39,70 m.

Die Schlitzwand hat eine Dicke von ca. 1,50 m und die Unterkante liegt bei +11,95 m ü. NHN. Der Kopfbalken hat eine Breite von ca. 1,80 m und eine Höhe von ca. 1,60 m. An den Längsseiten wird der Verbau mit einer Lage rückverankert, dabei werden die Anker abwechselnd mit einem Winkel von 15° und 25° eingebracht. Die Ankerebene liegt bei +36,95 m ü. NHN. Um die Tragfähigkeit der Anker zu erhöhen, kommen Staffelanke (2-fach) mit einem Verpresskörper Abmessung 2 x 7 m zum Einsatz. Stirnseitig wird der Verbau auf beiden Seiten ausgesteift. An der Stirnseite, auf der Deichseite, werden zwei aussteifende Wandscheiben aus Schlitzwänden mit Kopfbalken zwischen den Zulaufkanälen mit einer Länge von ca. 15 m hergestellt. Die Wände werden ebenfalls bis zu einer Tiefe von 27 m unter GOK hergestellt (+11,95 m ü. NHN). Die deichentfernte Stirnseite der Baugrube wird durch Stahlprofile ausgesteift. In den Baugrubenecken der deichentfernten Stirnseite werden zwischen der Stirn- und Längsseite jeweils drei Diagonalsteifen eingebaut. Die Steifen werden auf Höhe der Achse des Kopfbalkens eingebracht, welcher als Gurtung dient.

Der bauzeitliche temporäre Grundwasserstand wird bei +35,20 m ü. NHN der Planung zu Grunde gelegt. Somit liegt der Gründungshorizont des PBW mit +25,40 m ü. NHN unterhalb des Grundwassers. Aufgrund der Nähe zum Rhein ist eine Grundwasserabsenkung oder ein dauerhaftes Lenzen der Baugrube nicht möglich, da voraussichtlich zu umfangreich Wasser nachströmt. Daher wird eine Unterwasserbetonsohle mit einer Mächtigkeit von ca. 1,50 m vorgesehen. Hieraus ergibt sich, inklusive der Betonier- und Aushubtoleranz von jeweils 30 cm, der Endaushubhorizont bei +23,30 m ü. NHN. Zur Sicherung gegen Aufschwimmen wird die Unterwasserbetonsohle mit Mikropfählen rückverankert. Das Raster der Mikropfähle beträgt ca. 2,0 m x 2,0 m und die Verpresskörper besitzen eine Länge von 21 m.

Der Bauablauf erfolgt in mehreren Stufen. Zunächst wird eine Arbeitsebene auf Höhe GOK hergestellt. Anschließend kann die Schlitzwand hergestellt werden. Im Anschluss wird der Kopfbalken umlaufend und über die aussteifenden Wandscheiben betoniert. Die Dichtblöcke werden mittels Düsenstrahlverfahren hergestellt. Kranfundamente können nach der

Herstellung der Schlitzwand angefertigt werden. Im Zuge der Trockenaushubphase werden die Mikropfähle, Staffelanker und Stahlsteifen eingebracht.

Nach Abschluss des Nassaushubs kann die Unterwasserbetonsohle hergestellt werden. Nach abgeschlossener Aushärtung der Unterwasserbetonsohle wird die Baugrube gelenzt.

Die Entwässerung erfolgt über eine offene Grundwasserhaltung mittels Entwässerungspumpen. Es ist vorgesehen das Grund- bzw. Lenzwassers in den Rhein einzuleiten. Die Wasserhaltungsanlage wird während der Bauzeit bestehen bleiben, um anfallendes Niederschlagswasser und ggf. zuströmendes Sickerwasser zu entwässern.

Die Bauteilabmessungen können sich nach statischen Erfordernissen noch verändern.

### **1.3 Baukonstruktion**

Da das PBW in unmittelbarer Nähe zum Rhein hergestellt wird, besteht die Möglichkeit der Beaufschlagung durch Hochwasser. Der Tiefbauteil liegt dauerhaft größtenteils im Grundwasser. Im planmäßigen Betrieb haben wesentliche Bauwerksteile des Tiefbauteils dauerhaft oder regelmäßig dauerhaft wiederkehrend Kontakt zu Wasser. Daher werden alle (möglicherweise) mit Wasser beaufschlagten Betonbauteile aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) hergestellt und die Zusätzlichen Technische Vertragsbedingungen - Wasserbau (ZTV-W) werden angewendet.

Die Außenabmessungen des PBW betragen ca. 100,5 m x 36,0 m. Die Unterkante der Bodenplatte liegt bei +25,50 m ü. NHN und die Oberkante der Decke des PBW bei +39,67 m ü. NHN, also ca. 80 cm über der mittleren GOK von ca. 38,95 m ü. NHN. Damit bindet der Tiefbauteil des PBW ca. 13,5 m tief in den Boden ein. Das PBW wird auf einer ca. 1,00 m mächtigen Bodenplatte errichtet. Die erdberührten Wände, sowie die Wände zwischen Nass- und Trockenraum, werden ebenfalls ca. 1,00 m dick ausgeführt. Die restlichen Wände im PBW weisen eine Stärke von ca. 80 cm auf. Die Decke wird als durchlaufende Plattenbalkendecke mit einer Mächtigkeit von ca. 40 cm ausgeführt. Die Balken werden ca. 80 cm breit, haben einen Achsabstand von 3,40 m und sind ca. 1,00 m hoch. Alle Verbindungen werden monolithisch ausgeführt.

Die Schutzrohre der ankommenden Freigefälledruckrohrleitungen werden druckwasserdicht an die Außenwand angeschlossen und die Freigefälledruckrohrleitungen werden mit einem Mauerkragen durch eine Zwischenwand in die Zulaufgerinne geführt.

Die Zulaufgerinne binden an den Nassraum des PBW an. Zwischen Zulaufgerinnen und Nassraum ist eine ca. 1,00 m dicke Wand angeordnet. Der Nassraum umschließt den Trockenraum U-förmig von drei Seiten. Im Nassraum sind Trennwände mit einer Dicke von ca. 80 cm und einem Achsabstand von 6,80 m angeordnet. Die Trennwände befinden sich alternierend in den Achsen der Deckenbalken und haben eine 9,30 x 4,00 m große Öffnung zur Gewährleistung ungestörter Wasserbewegung im Nassraum. Im Trockenraum sind 19 Pumpenfundamente mit Abmessungen ca. 6,00 x 2,30 x 0,60 m in Massivbauweise vorgesehen.

An der südlichen Stirnseite des Trockenraums befindet sich ein Treppenhaus mit Aufzugschacht, welches von ca. 80 cm und ca. 60 cm dicken Wänden umschlossen wird. Zur Aufnahme der Kranbahn im Trockenraum werden Konsolen an den Wänden vorgesehen. Diese befinden sich analog der Trennwände im Nassraum alternierend in den Achsen der Deckenbalken und sind mit diesen verbunden. An der nördlichen Stirnseite des PBW schließt ein

Schachtbauwerk zum Anschluss der Transportleitungen mit Außenabmessungen von ca. 11,8 m x 6,4 m an. Die Tiefe des Schachtbauwerks beträgt ca. 10,4 m. direkt an die Außenwand des PBW an. Die Bodenplatte und die Wände der Konstruktion werden jeweils ca. 50 cm stark in Massivbauweise in WU-Beton ausgeführt.

Im Hochbauteil werden die Außenwände und die Wände, die den Siebraum vom Rest des Hochbauteils trennen, mit einer Wanddicke von ca. 40 cm ausgeführt. Alle weiteren tragende Wände werden mit einer Wanddicke von 30 cm ausgebildet. Die Zwischendecken werden 30 cm dick und die Decke über dem Hochbauteil größtenteils ebenfalls mit 30 cm ausgebildet. Sowohl im Bereich des Kranraums als auch im Bereich des Siebraums wird die Decke aufgrund der großen Spannweite mit einer Dicke von ca. 40 cm geplant. Im Bereich des Siebraums werden zusätzlich Unterzüge mit den Abmessungen B/H 60/50 cm neben den großen Deckenöffnungen benötigt. Im Siebraum und im Kranraum befinden sich Kranbahnen, welche auf Wandkonsolen aufgelagert werden.

Der Hochbauteil gliedert sich in das Hauptgebäude mit Außenabmessungen von ca. 45,0 m x 36,0 m und einer Höhe von ca. 7,2 m, das Trafo- und Kältemaschinengebäude mit Außenabmessungen von ca. 10,7 m x 36,0 m und einer Höhe von ca. 7,2 m und das Nebengebäude mit Außenabmessungen von ca. 6,2 m x 31,0 m und einer Höhe von ca. 5,0 m. Zwischen Hauptgebäude und Trafo- und Kältemaschinengebäude befindet sich ein asphaltierter Innenhof und zwischen Trafo- und Kältemaschinengebäude und Nebengebäude eine begrünte Erdandeckung sowie eine asphaltierte Zuwegung zum Nebengebäude. An der Nord-West-Seite des PBW schließt ein Schachtbauwerk zum Anschluss der Transportleitungen an. Die Außenabmessungen betragen ca. 11,8 m x 6,4 m und die Tiefe ca. 10,4 m. Die Bodenplatte und die Wände werden jeweils ca. 50 cm dick ausgebildet. Auch diese Konstruktionen werden in Massivbauweise in WU-Beton ausgeführt.

Des Weiteren wird hinter dem Abzweig der Leitungen ein Schacht für Magnetisch-Induktive-Durchflussmesser (MID-Schacht) vorgesehen. Die Außenabmessungen betragen ca. 11,3 m x 5,2 m und die Tiefe ca. 5,9 m. Die Bodenplatte und die Wände werden jeweils ca. 50 cm dick ausgebildet. Auch diese Konstruktionen werden in Massivbauweise in WU-Beton ausgeführt.

Zur Niederschlagsentwässerung sind zwei Pumpenschächte mit Außenabmessungen von jeweils ca. 4,3 m x 4,0 m und einer Tiefe von ca. 5,4 m geplant.

Die Bauteilabmessungen können sich nach statischen Erfordernissen noch verändern. Bei der Bemessung wird eine Lebensdauer von mindestens 80 Jahren zu Grunde gelegt. Die Erdbebennachweise werden nach DIN EN 1998 und NA 2021 geführt.

## **1.4 Zulaufleitungen**

### **1.4.1 Freigefälledruckrohrleitungen**

Das PBW ist durch drei Freigefälledruckrohrleitungen mit dem Entnahmebauwerk am Rhein verbunden. Das aus dem Rhein entnommene Wasser fließt dem PBW ohne Zuführung von Energie zu. Die Freigefälledruckrohrleitungen gehen im Zulaufbereich zum PBW in offene Zulaufgerinne über.

## 1.4.2 Absperr- und Regelorgane

Innerhalb der Zulaufleitungen bzw. der Zulaufgerinne werden jeweils redundant ausgeführte Absperr- und Regelorgane vorgesehen. Diese sind in Fließrichtung:

- doppelt exzentrisch öffnende, elektrisch gesteuerte Absperrklappe (mit Handsteueroption)
- mechanisch über Wasserstand gesteuertes Schütz
- zwei mögliche Dammtafeleinsatzquerschnitte
- elektrisch betriebenes Schütz (mit Handsteueroption)

Diese Absperr- und Regelorgane dienen u. a. dazu den Zufluss vom Rhein im Hochwasserfall zu begrenzen und bei Bedarf vollständig abzusperren.

## 1.4.3 Abscheideanlagen und Siebraum

Als Abscheideanlagen für im Wasser mitgeführte Schwebstoffe > 1 mm Durchmesser kommen Abscheideanlagen zum Einsatz. Diese bestehen aus einer bei Reinigungsbedarf rotierenden und dann in Reinigung befindlichen Siebebene, welche den gesamten Fließquerschnitt des Zulaufgerinnes abdeckt. Der obere Teil der Abscheideanlagen ragt über das Gerinne heraus. In diesem Anlagenteil erfolgt die kontinuierliche Reinigung der Siebflächen. Mit einer integrierten Spritzwasseranlage werden die Siebflächen von der Rückseite aus freigespritzt. Die Spritzwasseranlage wird von einer Pumpe mit sauberem Wasser beschickt, welches unterwasserseitig der Abscheideanlage im Zulaufgerinne entnommen wird. Je Zulaufgerinne kommen zwei Abscheideanlagen (Doppelmaschine) zum Einsatz.

Die Abscheideanlagen samt nachstehend beschriebener Einrichtungen sind im Siebraum untergebracht. Das mit dem Spülgut beladene Spülwasser wird abgefangen und über ein Gerinne in zwei Absetzcontainer neben den Zulaufgerinnen geleitet. Diese sind in einer Wanne in den Boden eingelassen, so dass das Spülwasser per Freigefälle in den Absetzcontainer fließen kann. Dort werden die Feststoffe vom Wasser getrennt und gesammelt. Das gefilterte Wasser wird über eine Freigefälleleitung zurück in die Zulaufgerinne oberstromseitig der Abscheideanlagen eingeleitet. Die Absetzcontainer werden nach Bedarf durch Lastkraftwagen abtransportiert und das Siebgut fachgerecht entsorgt.

## 1.5 Nassraum

### 1.5.1 Geometrie und Anordnung

Die Dimensionierung und geometrische Ausgestaltung des Nassraums im PBW als Vorlagebereich für die Pumpen basiert auf allgemein anerkannten hydraulischen Regelwerken sowie Empfehlungen für einen ungestörten und effizienten Pumpenbetrieb verschiedener Pumpenhersteller. Zudem wurden 3D-numerische Strömungssimulationen (Computational Fluid Dynamics, CFD) durchgeführt, um die gewählte Geometrie zu bestätigen und abzusichern.

### 1.5.2 Luftaustausch

Der Wasserspiegel im Nassraum korreliert mit dem Wasserspiegel im Rhein. Die auftretenden Wasserspiegeländerungen verursachen Volumenänderungen im Nassraum. Um keinen Unter- oder Überdruck im Nassraum zu verursachen, werden vier Leitungen DN 300 zum Luftaustausch mit der freien Atmosphäre an den beiden Längsseiten des PBW angeordnet.

Zudem werden diverse Wanddurchbrüche innerhalb des Nassraums im PBW vorgesehen, damit bei hohen Wasserständen im Nassraum die freie Luftbewegung im Nassraum gewährleistet wird.

## **1.6 Trockenraum**

### **1.6.1 Geometrie und Anordnung**

Der Trockenraum wird an drei Seiten von dem Nassraum U-förmig umschlossen. Im Gegensatz zum Nassraum weist der Trockenraum daher eine viereckige Geometrie auf.

Im Trockenraum sind die Pumpen aufgestellt. An der Decke des Trockenraums verlaufen drei Druckrohrleitungen (Sammelleitungen), in die die Pumpen das Wasser fördern. Diese verlaufen aus dem PBW heraus und gehen dort in die Transportleitungen der Bündelungsleitung über.

Die umlaufende Wand zwischen Nass- und Trockenraum wird durch eine Saugleitung DN 900 je eingesetzter Pumpe durchdrungen.

### **1.6.2 Luftaustausch**

Das PBW ist für den Dauerbetrieb ausgelegt. Um die entstehende Wärme aufgrund der laufenden Motoren, sowie die Feuchtigkeit im Trockenraum abführen zu können, sind eine Klimatisierung und ein Lüftungssystem geplant. Diese regulieren die Temperaturen und den Feuchtigkeitsgehalt im Trockenraum und tragen somit zu einer Verbesserung der Lebensdauer der Motoren, Rohre, etc. und des Bauwerks selbst bei.

## **1.7 Hauptfördersystem**

### **1.7.1 Systembeschreibung**

Das Hauptfördersystem besteht aus 18 Kreiselpumpen zzgl. einer fest installierten Ersatzpumpe. Die Pumpen schließen mittels Steigleitungen mit Nennweite DN 700 blockweise an drei darüber verlaufende Sammelleitungen an. Die Sammelleitungen weisen eine Nennweite von DN 1200 bis DN 1600 auf. Nach Austritt aus dem PBW erweitert sich die Nennweite der drei Druckrohrleitungen auf DN 2200. Ab Austritt aus dem PBW werden diese als Transportleitungen bezeichnet, der sich anschließende Trassenabschnitt als Bündelungsleitung.

### **1.7.2 Pumpenaufstellung**

Die Pumpen werden insbesondere aus Gründen der erleichterten Wartungsmöglichkeiten trocken aufgestellt. Aufstellungsort ist der Trockenraum.

### **1.7.3 Pumpenauslegung**

Die hydraulischen Betrachtungen des Gesamtsystems und die geplanten Regelbetriebsweisen führen zu einer Wahl von 18+1 Kreiselpumpen mit einer Förderleistung von jeweils 1,0 m<sup>3</sup>/s bei einer Förderhöhe von 110 m. Acht der eingesetzten 18+1 Pumpen werden mit einem Frequenzumrichter zur Drehzahl- und damit Durchflussregelung ausgestattet.

#### **1.7.4 Rohrsystemberechnung Innenbereich**

Für das Rohrleitungssystem im Innenbereich des PBW wurde eine Rohrsystemberechnung erstellt, um die Rohrleitungsbeanspruchungen hinsichtlich Gewichtslasten, behinderter Wärmedehnung und ggf. auftretender Zusatzlasten aus dem Druckstoß ausreichend beurteilen und in dem Rohrleitungssystem berücksichtigen zu können. Aus der Berechnung wurden die erforderlichen Kompensatoren bestimmt, sowie das Rohrmaterial und die Rohrwanddicke festgelegt.

#### **1.7.5 Rohrsystemberechnung Außenbereich**

Der Anschluss des Rohrleitungssystems an das Rohrleitungssystem im Außenbereich ist mit Absperrorganen versehen. Hier kommen elektrisch gesteuerte Absperrklappen (mit Handsteueroption) zum Einsatz. Differentielle Setzung zwischen den Bauwerken und den erdverlegten Transportleitungen liegen in einem Bereich, der durch die Rohrleitungen aufgenommen werden kann, Kompensatoren sind hier nicht erforderlich. Diese werden in einem direkt am PBW angrenzenden Schachtbauwerk angeordnet.

#### **1.7.6 Druckstoß**

Für die Entlastung des Rohrsystems und der Armaturen im PBW aufgrund eines aus Druckstoß resultierenden schädlichen Über- oder Unterdrucks werden zahlreiche Be- und Entlüftungsventile entlang der Druckleitungsstrecken vorgesehen.

Zudem werden Überströmventile mit Anschlussleitungen DN 350 auf den drei Druckrohrleitungen, die das Rohrleitungssystem vor den Folgen einer Überbeanspruchung infolge eines Druckstoß schützt. Die Überströmventile öffnen bei einem vordefinierten Überdruck selbsttätig und führen das überschüssige Wasser in den Nassraum ab. Die Überstromventile werden in dem direkt am PBW angrenzenden Schachtbauwerk angeordnet.

#### **1.7.7 Hydraulik Saugseite**

Der Abschnitt des Fließwegs zwischen Entnahmbauwerk am Rhein bis in den Nassraum des PBW wird als Saugseite des Systems bezeichnet. Die Saugseite setzt sich je Entnahmeleitung / Zulaufleitung bzw. -gerinne aus den folgenden Abschnitten / Komponenten zusammen:

- 2x Passiventnahmerechen
- 2x Rohrleitungsabschnitt aus Geraden- und Kniestück
- Vereinigungsstück / T-Stück
- Absperrklappe
- Freigefälledruckrohrleitung Länge ca. 400 m
- Absperrklappe
- Austritt Rohrleitung in Freispiegelgerinne
- Abscheideanlagen
- Wanddurchführung in Vorlagebereich der Pumpen

Für den Fall, dass alle Absperr- und Regelarmaturen geöffnet und alle Pumpen ausgeschaltet sind, stellt sich im Vorlagebereich der Pumpen im PBW der identische Wasserspiegel wie der zu diesem Zeitpunkt vorliegende Wasserspiegel im Rhein ein.

Sobald Pumpen in Betrieb genommen werden, senkt sich der Wasserspiegel im Nassraum ab und es bildet sich eine Wasserspiegeldifferenz zwischen Vorlagebereich und Rhein aus. Das resultierende Druckgefälle führt zum Nachfließen von Wasser aus dem Rhein durch die Saugseite des PBW bis in den Nassraum.

Je nach Regelszenario liegen unterschiedliche Ausgangswasserspiegel im Rhein und unterschiedliche Entnahmemengen vor. Dies führt zu unterschiedlichen hydraulischen Bedingungen in der Saugseite des Systems und damit zum Auftreten unterschiedlicher hydraulischer Verluste in den Regelszenarien. Die sich einstellenden hydraulischen Verluste stellen sich in der Differenz der Wasserspiegel zwischen Rhein und dem Nassbereich dar.

## **1.8 Kransystem**

Der Kranraum ist Teil des Hauptgebäudes. Im Kranraum befindet sich Montageöffnungen für den Transport von Bauteilen zwischen dem Hochbauteil und dem Tiefbauteil. Bauteile können über das Außengelände des PBW in den Kranraum gefahren werden und dort von dem Kran abgeladen werden. Der Kran kann Bauteile über die Montageöffnungen in den Tiefbauteil herablassen und dort auf die dafür vorgesehene Ablagefläche ablegen. Der Kran im Trockenraum kann anschließend das zuvor abgelegte Bauteil aufnehmen und durch den Tiefbauteil transportieren. Die erreichbaren Flächen der Krane im Hoch- und Tiefbauteil überschneiden sich im Bereich der Montageöffnung, so dass die Übergabe von Bauteilen ermöglicht wird. Die Übergabe erfordert ein zwischenzeitliches Ablegen des zu transportierenden Bauteils, da die Krane nicht gleichzeitig im Bereich der Montageluke fahren können.

## **1.9 Kompressorraum**

Im Kompressorraum sind die Kompressoren für die Druckluftreinigungsanlage am Entnahmebauwerk untergebracht. Die Kompressoren können durch das Tor ein- und ausgefahren werden. Von den Kompressoren verlaufen insgesamt Druckluftleitungen zu der Druckluftreinigungsanlage (Hydroburst-System) am Entnahmebauwerk. Dabei durchqueren diese den Kompressorraum, den Siebraum und die Zulaufgerinne und werden dann in den Schutzrohren des Vortriebes bis zur Druckluftreinigungsanlage am Entnahmebauwerk verlegt.

Im Kompressorraum befinden sich ebenfalls Montageöffnungen für den Transport von Bauteilen zwischen dem Hochbauteil und dem Tiefbauteil, hier jedoch ausschließlich zum Nassraum.

## **1.10 Betriebsräume**

Die Betriebsräume umfassen einen Aufenthaltsraum, Sanitäranlagen sowie einen Lager- und Verbrauchsmaterialraum.

## **1.11 Technikräume**

Die Technikräume umfassen die elektrischen Betriebsräume, welche aufgrund darunterliegender Kabelräume in einem Zwischengeschoss liegen. Hier sind die Frequenzumrichter, die Mittel- und Niederspannungsanlagen, die Notstromanlagen und die Eigenbedarfstransformatoren untergebracht. Die Technikräume umfassen weiterhin die Lüftungs- und Klimaanlage. Die Technikräume sind jeweils redundant ausgeführt, so dass bei einer Störung oder im Revisionsfall der generelle Betrieb aufrecht gehalten werden kann.

## **1.12 Trafo- und Kältemaschinengebäude**

In dem Trafo- und Kältemaschinengebäude befinden sich jeweils zwei Trafoaufstellflächen und zwei Kältemaschinenräume. Diese sind ebenfalls redundant ausgeführt. Die Trafowannen erhalten eine Beschichtung gemäß der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV).

Das Gebäude steht separat und ist an den Außenwänden durch zwei Tore mit dem Hauptgebäude des PBW verbunden, so dass das Hauptgebäude und das Trafo- und Kältemaschinengebäude von außen betrachtet als Einheit wirken. Zwischen den beiden Gebäuden ist eine Verkehrsfläche für den Materialtransport vorgesehen.

## **1.13 Nebengebäude (Lüftungszentrale)**

Das Nebengebäude beinhaltet im Wesentlichen die Lüftungsanlagen des Trockenraums. Zusätzlich befindet sich im Nebengebäude das zweite Treppenhaus als Zugang zum Trockenraum des PBW.

## **1.14 Bauwerkshülle**

Die Fassade ist als eine Kombination aus zwei verschiedenen Systemen konzipiert. Zum einen eine Vorsatzschale aus Vollklinker mit einer Hinterlüftung sowie Wärmedämmung. Zum anderen eine vorgehängte Trapezblechfassade, bei der die Trapezbleche auf einer Metall-Unterkonstruktion mit Hinterlüftung und Wärmedämmung angeordnet sind. Der Sockelbereich wird verputzt.

Die Klinkerfassade ist anteilig an der Süd-West-Fassade, Süd-Ost-Fassade und der Nord-Ost-Fassade sowie an der gesamten Nord-West-Fassade des Hauptgebäudes angeordnet. Zudem wird das Trafo- und Kältemaschinengebäude sowie das Nebengebäude mit der Klinkerfassade versehen. Die mittleren Bereiche der Süd-West-Fassade, Süd-Ost-Fassade und der Nord-Ost-Fassade des Hauptgebäudes werden mit der vorgehängten, hinterlüfteten Trapezblechfassade ausgeführt. Hierdurch lassen sich Öffnungen wie Tore, Türen, Fenster und Wetterschutzgitter in diesen Bereichen zu einer gestalterischen Einheit zusammenführen.

Die Verkehrsanlage zwischen dem Hauptgebäude und dem Trafo- und Kältemaschinengebäude wird sowohl im Südwesten als auch im Nordosten mit einer Toranlage geschlossen, sodass die beiden Gebäudeteile als ein zusammengehöriger Baukörper wirken.

Revisionsöffnungen in der Nord-West-Fassade des Trafo- und Kältemaschinengebäudes wie auch in der Nord-Ost-Fassade des Nebengebäudes werden mit Klinkerriemchen ausgebildet, um die Öffnungen möglichst unauffällig in dem Fassadenbild zu integrieren.

Das Dach des Hauptgebäudes soll als Gründach mit Photovoltaik-Anlagen ausgebildet werden. Auf der Attika wird ein Geländer zur Absicherung gegen Absturz montiert. Die Dachfläche ist über einen Treppenaufgang mit Dachaufstiegsluke erreichbar.

Am Dachrand des Trafo- und Kältemaschinengebäudes wird kein Geländer vorgesehen, da die die Dachfläche umfassenden Wände die erforderliche Höhe als Absturzsicherung übersteigen. Die Dachfläche ist über einen Treppenaufgang sowie eine Steigleiter zu erreichen, die einen Rückenschutz aufweist und einen sicheren Übertritt auf die Dachfläche bietet.

Am Dachrand des Nebengebäudes ist keine Absturzsicherung vorgesehen. Dachaufbauten, die eine regelmäßige Begehung erfordern sind nicht vorhanden.

## **1.15 Elektrotechnische Anlagen**

### **1.15.1 Energieversorgung und Eigenbedarf**

Das PBW wird von zwei Netztransformatoren aus dem 30 kV-Netz der RWE vom Umspannwerk Welchenberg gespeist. Die Unterspannungsebene ist mit 10 kV festgelegt. Die Nennscheinleistung der Netztransformatoren wurde mit 50 MVA gewählt. Basis für die Dimensionierung bilden die Verbraucher auf der Mittelspannungs- und Niederspannungsebene.

Die Netztransformatoren werden im Trafo- und Kältemaschinengebäude auf der Decke des Tiefbauteil aufgestellt und sind durch Brandwände voneinander baulich und brandschutztechnisch getrennt.

Die gesamte installierte Leistung, einschließlich der Eigenbedarfstransformatoren, beläuft sich auf ca. 36 MW (entspricht ca. 45 MVA).

### **1.15.2 Mittelspannungsnetz**

Basis des Mittelspannungsnetzes des PBW bildet die 10 kV Mittelspannungsschaltanlage. Diese wird in zwei baulich und brandschutztechnisch getrennten Räumen aufgestellt. Beide Anlagenteile verfügen über jeweils eine Einspeisung der vorgenannten Netztransformatoren. Die gesamte Mittelspannungsschaltanlage wird aus 2 Einspeisefeldern, einer Längskupplung und 27 Abgangsfeldern zur Versorgung der Verbraucher vor Ort bestehen. Die Anlagenteile sind über eine Längskupplung und Kabelverbindung miteinander verbunden. Im Normalzustand ist diese Längskupplung offen, d. h. beide Anlagenteile versorgen je zur Hälfte die installierten Pumpenmotoren. Für den Fall, dass ein Netztransformator außer Betrieb ist, können mit eingelegter Längskupplung alle Verbraucher über einen Netztransformator versorgt werden. Die Dimensionierung der Anlage ist auf die Nennleistung der Netztransformatoren abgestimmt.

Von der 10 kV-Mittelspannungsschaltanlage werden alle Pumpen sowie die beiden Eigenbedarfstransformatoren gespeist.

### **1.15.3 Eigenbedarfstransformatoren**

Die beiden Eigenbedarfstransformatoren werden als Gießharz-Trockentransformatoren mit Lüftern ausgeführt und im Gebäude in separaten brandschutztechnisch getrennten Transformorkammern aufgestellt. Aufgrund der Betriebsweise und der geringeren Umweltgefährdung wurden Trockentransformatoren gewählt. Ein Eigenbedarfstransformator ist in der Lage die gesamte Niederspannungsebene zu versorgen.

### **1.15.4 Niederspannungsschaltanlagen**

Die 400-V-Niederspannungsebene wird von den beiden Eigenbedarfstransformatoren versorgt. Dazu sind die beiden Niederspannungsschaltanlagen (Niederspannungshauptverteilung, NSHV), in zwei baulich und brandschutztechnisch getrennten Schalträumen

untergebracht. Die beiden Schaltanlagen sind mit einer Längskupplung versehen, um in bestimmten Betriebsfällen verbunden werden zu können.

Die Schaltanlage soll als fabrikfertige, blechgekapselte Schalteinrichtungen in geschotteter Bauweise (IEC 61439-1 /-2) mit hoher Störlichtbogensicherheit (IEC/TR61641) ausgeführt werden.

Die Niederspannungsschaltanlage versorgt alle prozesstechnischen Verbraucher (Maschinentechnik), die gesamte Haustechnik einschließlich Krananlagen, Beleuchtung, Klima, Lüftung und Reparaturkraftverteiler. Des Weiteren werden von dieser Spannungsebene alle notwendigen Steuerspannungen gebildet.

Die Schaltanlage ist für den Anschluss einer Photovoltaikanlage ausgelegt.

### **1.15.5 Antriebstechnik**

Als Antrieb für die Pumpen werden luftgekühlte Drehstrom-Asynchronmotoren eingesetzt. Die drehzahlgeregelten Pumpen werden mit 10 kV-Mittelspannungs-Frequenzumrichtern betrieben. Von den insgesamt acht umrichter gespeisten Antrieben werden je vier Frequenzumrichter in baulich und brandschutztechnisch getrennten Schalträumen aufgestellt.

### **1.15.6 Sicherheits- und Fluchtwegebeleuchtung**

Die Sicherheits- und Fluchtwegebeleuchtung dient dem gefahrlosen Verlassen der Anlagenbereiche für Beschäftigte, insbesondere bei Ausfall der allgemeinen Beleuchtung. Der Schaltschrank inkl. Batterien für die Notbeleuchtung (Sicherheits- und Fluchtwegebeleuchtung) wird nur einmal für den gesamten Gebäudekomplex installiert. Die gesetzlichen Vorschriften erfordern dazu einen brandschutztechnisch abgeteilten Schaltraum. Dieser hat einen separaten Zugang vom Mittelgang des Gebäudes und wird separat belüftet.

Die Anlage erkennt, über ein im Beleuchtungsverteiler eingebautes Spannungsüberwachungsgerät, den Netzausfall und überwacht ihre eigenen Sicherheitskomponenten selbst. Störungsmeldungen werden auf das Leitsystem übertragen.

### **1.15.7 Steuerspannungsebenen**

Die notwendige gesicherte Steuerspannung (220 V DC) für die Mittelspannungsschaltanlage ist eine batteriegestützte Spannung, die über eine Ladereglereinheit und Steuerspannungsverteilung vom 400-V-Netz versorgt wird. Wie die Mittelspannungsschaltanlage wird auch die Batterieanlage redundant aufgebaut und befindet sich in zwei Räumen, welche baulich und brandschutztechnisch voneinander getrennt sind.

Beim Ausfall der 400-V-Spannungsebene ist diese Steuerspannung von der Batterieanlage versorgt. Die Batterieanlage wird mit einer Überbrückungszeit von mind. 8 Stunden ausgelegt.

Für die gesamte Mess-, Steuer- und Regeltechnik sowie Sicherheitstechnik wird Steuerspannung in den Spannungsebenen 400/230/24 V benötigt. Dazu werden in den beiden Niederspannungsschalträumen jeweils aus der NSHV gespeiste Steuerspannungsebenen errichtet. Die Steuerspannung wird über Trenntransformatoren gebildet.

Die gesicherte Steuerspannung ist als unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) konzipiert. Die USV-Anlage ist eine batteriegestützte Steuerspannungserzeugung, die mit einem inneren und äußeren Bypass versehen ist, damit im Fehler- bzw. Revisionsfall eine ständige Spannungsversorgung gewährleistet ist. Die Kapazität der USV ist mit 20 kVA dimensioniert, die zugehörigen Batterieanlage ist für eine Überbrückungszeit von mind. 8 Stunden ausgelegt.

Für die Automatisierungstechnik (Leitsystem- und Netzwerktechnik) wird eine separate Steuerspannungsebene eingerichtet. Die aus der 400/230 V-Spannungsebene über Schaltnetzteile gebildete 24 V DC Steuerspannung wird auf der 24 V-Seite mind. 8 Stunden batteriegepuffert.

### **1.16 Prozessleittechnik**

Für die Automatisierungs-, Steuer-, Regel-, Bedien- und Überwachungsaufgaben der Anlage soll ein Prozessleitsystem genutzt werden, welches vom Konzept der Hardware- und Softwarekomponenten für die erhöhten Anforderungen aufgrund von Langlebigkeit und Umwelteinflüssen geeignet sein muss. Das System muss alle Aufgaben der Datenerfassung, Signalverteilung, Steuerung und Überwachung in Form von standardisierten Hardware- oder Software-Bausteinen erfüllen. Maschinennahe Steuerungen bzw. eigenständige SPS-Steuerungen sind mit in die PLS- Struktur einzubinden.

Bei Stör- und Gefahrmeldungen wird der Bediener von dem PLS unkompliziert zum zugehörigen Verfahrensbild geführt werden. Eine optimale Prozessführung wird durch die Verfügbarkeit aller Zustandsdaten an den Bedien- und Beobachtungsplätzen des PLS in der Zentrale gegeben sein.

Die Automatisierungsstruktur folgt dem grundsätzlichen Redundanzkonzept, d.h. das zwei unabhängige Prozessoreinheiten in baulich und brandschutztechnisch getrennten elektrischen Betriebsräumen installiert werden. Sämtliche Automatisierungskomponenten werden mit beiden Prozessoreinheiten verbunden. Die Feldprozessebene der Anlage besteht aus einer entsprechenden Anzahl von Feldkästen mit eingebauter dezentraler E/A-Ebene. Diese sind entweder fest installiert bzw. an den modularen Komponenten per Feldbus und Steckverbinder mit dem Automatisierungsgerät verbunden.

Die Nieder- und Mittelspannungsanlagen mit den entsprechenden Motorsteuerungen, Ansteuerungen von Frequenzumrichtern usw. werden in das Leitsystem eingebunden. Außerhalb der Systemräume sollen Buskabel als Lichtwellenleiter (LWL) ausgeführt werden. Es werden jeweils getrennte Busstränge für die Einbindung der Bereiche Schaltanlage, Frequenzumrichter und dezentrale Feld-I/O vorgesehen.

Die Bedienung erfolgt vorrangig über die Betriebsüberwachung. Für die Visualisierung und Bedienung der Anlage vor Ort ist eine Bedienstation vorgesehen. Zusätzliche Bedienstellen, in Form von Monitoren mit Touchdisplays, werden in allen elektrischen Betriebsräumen sowie im Trockenraum vorgesehen.

### **1.17 Heizungs-, Klima-, Lüftungs- und Sanitäreanlagen (HKLS)**

Das PBW ist für den Dauerbetrieb geplant. Um die entstehende Wärme aufgrund der laufenden Motoren abzuführen, sowie die Luft im Raum zu entfeuchten ist ein Klimatisierungs- und Lüftungssystem geplant. Dieses wird die Temperaturen und die Feuchtigkeit im Trockenraum mit den Pumpen in einem für die Anlagenteile zulässigen Bereich halten und den sicheren

Betrieb dieser ermöglichen. Die Heizungs-, Klima-, Lüftungs- und Sanitäreanlagen (HKLS) des PBW umfassen folgende Systeme:

- Lüftungsanlagen
- Kühlung / Klimatisierung
- Heizung, im Wesentlichen Stillstandsheizungen
- Kälteerzeugung über drei Kältemaschinen
- Rückkühlsysteme und Rückkühlung der beiden wassergekühlten Kältemaschinen
- Kühlung einer Kältemaschine als Luftkühlung mit Direktverflüssiger
- Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und sanitärtechnische Ausstattung
- Kondensatablauf- und Abwassersystem für Luftkühler und Entfeuchter
- Einzelsteuerungen der vorgenannten Systeme

## **1.18 Erschließung des Betriebsstandorts**

### **1.18.1 Ver- und Entsorgungssystem**

Da das PBW auf einer bisher landwirtschaftlich genutzten Fläche errichtet wird, liegt keine geeignete Erschließung vor. Die Erschließung an das Ver- und Entsorgungssystem ist aufgrund des dauerhaften und langjährigen Betriebs des PBW erforderlich.

Für die Erschließung des Betriebsstandorts ist ein Trinkwasserversorgungssystem sowie ein Abwasserentwässerungssystem erforderlich. Es sollen entsprechende Anschlüsse an die bestehenden Netze der Stadt Dormagen erfolgen.

Zur Entwässerung des Niederschlagswassers wird ein Niederschlagsentwässerungssystem vorgesehen. Das Niederschlagswasser sammelt sich im Stauraum der Entwässerungsleitungen und wird gedrosselt über im Schutzrohr der Freigefälleleitung befindliche Leitungen zum Entnahmebauwerk geführt und dort unterwasserseitig in den Rhein eingeleitet.

### **1.18.2 Löschwassersystem**

Basierend auf einer Abstimmung mit der Feuerwehr Dormagen und gem. DVGW Arbeitsblatt W 405 werden zwei Löschwasserbehälter mit einem Fassungsvermögen von jeweils ca. 100 m<sup>3</sup> vorgesehen.

Die Befüllung der Löschwasserbehälter erfolgt über die Sammelleitungen des PBW.

### **1.18.3 Straßenverkehrliche Anbindung**

Für die straßenverkehrliche Anbindung des PBW werden Verkehrsflächen rund um das PBW errichtet. Die Verkehrsanlagen schließen im Osten an die neu zu errichtende Zufahrtsstraße an. Die Verkehrsflächen werden grundsätzlich unterteilt in Verkehrsflächen innerhalb des umzäunten PBW-Geländes und umlaufende Straße mit Abbiegefläche und Wendemöglichkeit.

Die Straße und die Betriebsfläche werden in bituminöser Bauweise für die Belastungsklasse 3,2 gem. den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12) mit einer gesamthaften Oberbaustärke von 65 cm ausgeführt. Abweichend hiervon sind die Flächen zwischen den Gebäuden. Unter diesen Verkehrsflächen liegt die Deckenplatte des Pumpenraums. Für diese Flächen wird auf die Bauwerksdecke ein Gefällebeton aufgetragen. Auf die Betonschicht wird eine 7 cm dicke Asphaltdecke aufgebracht.

Die Oberflächenentwässerung erfolgt auf dem Betriebsgelände in der Regel über Rinnen oder Kehlen an den Außenkanten der Verkehrsflächen. Das Wasser wird über Straßenabläufe in die betriebsflächeneigene Entwässerung geführt.

Das Betriebsgelände umfasst eine Gesamtfläche von ca. 9.000 m<sup>2</sup>, davon sind ca. 2.700 m<sup>2</sup> unversiegelt und ca. 6.300 m<sup>2</sup> versiegelt. Diese setzen sich zusammen aus ca. 4.300 m<sup>2</sup> Grundfläche der Bauwerke und ca. 2.000 m<sup>2</sup> versiegelte Verkehrsfläche.

Die Betriebsflächen erhalten eine den gesetzlichen Anforderungen entsprechende Beleuchtung, soweit dies zur Sicherstellung der Verkehrssicherheit erforderlich ist. Eine durchgehend in Betrieb befindliche Beleuchtung während der Nachtzeit ist nicht vorgesehen.

### **1.19 Brandschutz**

Es wurde ein Brandschutzkonzept nach § 9 BauPrüfVO erstellt.

### **1.20 Wärmeschutz**

Für das PBW wird ein Mindestwärmeschutz der Außenwände und des Dachs vorgesehen. Weitergehender Wärmeschutz ist nicht erforderlich, da das Gebäude nicht unter das Gebäudeenergiegesetz fällt.

### **1.21 Schallschutz**

Zur Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen zum Schallimmissionsschutz insbesondere für die Bewohner von Dormagen-Rheinfeld wurden Lärmschutzberechnungen durchgeführt. Der Schallschutz wird durch die Schalldämm-Maße der Außenbauteile und Schalldämpfer an den Öffnungen der Bauwerkshülle gewährleistet. Die Anforderungen zum Schallimmissionsschutz werden eingehalten.

## **2 REDUNDANZ**

### **2.1.1 Mechanische Komponenten und Bauteile**

Zur Erhöhung der betrieblichen Sicherheit, werden verschiedene mechanische Komponenten und Bauteile des Systems redundant vorgesehen.

### **2.1.2 Energieversorgung**

Das PBW ist mit zwei Transformatoren zur Stromversorgung ausgestattet. Hierbei ist jeweils einer der Transformatoren in der Lage 100 % des Hauptfördersystems zu versorgen. Die notwendige Stromversorgung wird aus der Schaltanlage Welchenberg erfolgen. Diese gehört der RWE Power AG und befindet sich am Kraftwerksstandort Frimmersdorf. Aus der bestehenden 30kV-Schaltanlage Welchenberg soll die Kabelverlegung überwiegend entlang der Rohrleitungstrasse der RWTL bis zum Verteilbauwerk und Pumpwerk erfolgen.

## **3 HOCHWASSER RHEIN**

Im Falle eines Hochwassers im Rhein kann das PBW zunächst weiter fördern. Der Wasserstand im Zulaufgerinne kommuniziert mit dem Wasserstand des Rheins. Wenn der Wasserstand zu hoch ansteigt, drosseln drei über Schwimmer mechanisch gesteuerte Schütze den Zulauf selbsttätig, so dass der Wasserstand in den Zulaufgerinnen konstant bleibt. Im Fall eines Pumpenausfalls schließen die Schütze vollständig, so dass ein definierter Wasserstand in den Zulaufgerinnen und im Nassraum nicht überschritten wird. Eine Stromversorgung und weitere Regelung ist hierzu nicht erforderlich. Zusätzlich können die beiden Absperrklappen in der Freigefälledruckrohrleitung zwischen Entnahmebauwerk und Zulaufgerinne elektrisch geschlossen werden. Damit werden drei redundante Verschlussorgane je Zulauf zum PBW vorgesehen, die den Zutritt von Wasser aus dem Rhein zum PBW bei Bedarf unterbinden können.