

Pumpspeicherwerk Forbach – Neue Unterstufe

**Antragsunterlagen zum
Planfeststellungsverfahren**

Antragsteil B.I Technische Beschreibung

Stand: 15.02.2022



Pumpspeicherwerk Forbach – Neue Unterstufe

Antragsunterlagen zum Planfeststellungsverfahren

Antragsteil B.I Technische Beschreibung

Unterschriftenblatt:

Antragstellerin:

EnBW AG
Schelmenwasenstraße 15
70567 Stuttgart



.....
(i. A. U. Gommel)

Stuttgart, den 15.02.2022

Bearbeiter/Verfasser:



.....
(R. Achatz)

München, den 15.02.2022

Pumpspeicherwerk Forbach – Neue Unterstufe

Antragsunterlagen zum Planfeststellungsverfahren

Antragsteil B.I Technische Beschreibung

Dokumentenprüfblatt:

Rev.	Art der Änderung	erstellt (Datum)	Autor	geprüft, freig., Name
0	Ersterstellung	25.01.2018	IAF	geprüft: Achatz
1	Überarbeitung zur Vollständigkeitsprüfung	30.11.2018	IAF	geprüft: Achatz freig.: Gommel
2	Offenlage	15.08.2019	IAF	geprüft: Achatz freig.: Gommel
3	Geändertes Verwertungskonzept Ausbruchmaterial, Oberwasserwege mit Vertikalschächten, Ergänzung Kap. 1.2.10 zu DIN 19700-14	23.11.2021	IAF	geprüft: Achatz freig.: Gommel
4	Aktualisierung nach Vollständigkeitsprüfung 2022	15.02.2022	IAF	geprüft: Achatz freig.: Gommel

Inhaltsübersicht

Kapitel	Inhalt
1	Technische Beschreibung
1.1	Erläuterungen zum Anlagenkonzept der Neuen Unterstufe bestehend aus dem Schwarzenbach- und dem Murgwerk
1.2	Übersicht der baulichen Anlagenkomponenten des Schwarzenbachwerks
1.3	Übersicht der baulichen Anlagenkomponenten des Murgwerks
1.4	Technische Ausrüstung Schwarzenbachwerk und Murgwerk
1.5	Straßen und Wege
1.6	Baustelleneinrichtungsflächen, Auffüllung, Aufschüttung
1.7	Baudurchführung

Detailliertes Inhaltsverzeichnis

Detailliertes Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis.....	VIII
Tabellenverzeichnis.....	IX
Quellenverzeichnis	XI
Abkürzungen und Formelzeichen	XIV
1. Technische Beschreibung.....	1
1.1 Erläuterungen zum Anlagenkonzept der Neuen Unterstufe bestehend aus dem Schwarzenbach- und dem Murgwerk.....	1
1.2 Übersicht der baulichen Anlagenkomponenten des Schwarzenbachwerks.....	3
1.2.1 Schwarzenbachtalsperre und Entnahmeturm	4
1.2.2 Entnahmestollen und Schieberkammer	5
1.2.3 Schwarzenbachstollen und Wasserschloss II	5
1.2.4 Untertagebauwerke Schwarzenbachwerk.....	6
1.2.4.1 Triebwasserweg und Stollensystem.....	6
1.2.4.2 Oberwasserstollen und Drosselklappenkammer, Zugangsstollen	6
1.2.4.3 Kavernenteil Schwarzenbachwerk und Kavernenteil Transformatoren	10
1.2.4.4 Unterwasserstollen Schwarzenbachwerk, Zulaufbauwerk, Messstollen.....	21
1.2.4.5 Kavernenwasserspeicher.....	23
1.2.4.6 Zufahrtsstollen	26
1.2.4.7 Energieableitungsstollen.....	28
1.2.4.8 Schutter- und Hilfsstollen	30
1.2.5 Portal Zugangsstollen Schwarzenbachwerk.....	32
1.2.6 Portalgebäude Zufahrtsstollen	33
1.2.7 Portal Schutterstollen.....	33
1.2.8 Auslaufbauwerk im Ausgleichsbecken Forbach	34
1.2.9 Ausgleichsbecken Forbach.....	35
1.2.10 Berücksichtigung der Anforderungen der DIN 19 700, Teil 14: 2004-07 in der Planung des Kavernenwasserspeichers in Verbund mit dem bestehenden Ausgleichsbecken	36
1.3 Übersicht der baulichen Anlagenkomponenten des Murgwerks.....	39
1.3.1 Sammelbecken Kirschbaumwasen mit Entnahmebecken und Klärkammern	40
1.3.2 Murgstollen und Wasserschloss I	40
1.3.3 Untertagebauwerke Murgwerk.....	42

1.3.3.1	Triebwasserweg und Stollensystem.....	42
1.3.3.2	Oberwasserstollen und Drosselklappenkammer, Zugangsstollen	43
1.3.3.3	Kavernenteil Murgwerk	45
1.3.3.4	Unterwasserstollen Murgwerk.....	48
1.3.3.5	Hilfsstollen	49
1.3.4	Portal Zugangsstollen Murgwerk.....	50
1.4	Technische Ausrüstung Schwarzenbachwerk und Murgwerk.....	50
1.4.1	Stahlwasserbauliche Ausrüstung	50
1.4.1.1	Allgemeines	50
1.4.1.2	Übersicht über die stahlwasserbauliche Ausrüstung des Schwarzenbachwerk.....	51
1.4.1.3	Zylinderschutz am Einlauf Entnahmeturm Schwarzenbachwerk.....	53
1.4.1.4	Absperrarmaturen Schieberkammer, Ersatz der Kugelschieber-Schwarzenbachwerk	53
1.4.1.5	Klappe in der Drosselklappenkammer des Oberwasserstollens	54
1.4.1.6	Leichte Stollenbefahranlage Schwarzenbachwerk	54
1.4.1.7	Dambalkenverschlüsse am Auslaufbauwerk in das Ausgleichsbecken Forbach.....	55
1.4.1.8	Feinrechen mit Rechenreinigungsanlage am Auslaufbauwerk in das Ausgleichsbecken Forbach.....	55
1.4.1.9	Übersicht über die stahlwasserbauliche Ausrüstung Murgwerk	56
1.4.1.10	Einrichtungen am Einlaufbauwerk des Sammelbecken Kirschbaumwasen	59
1.4.1.11	Klappe in der Drosselklappenkammer Murgwerk	59
1.4.1.12	Unterwasserseitige Verteilrohrleitung Murgwerk	59
1.4.1.13	Leichte Stollenbefahranlage Murgwerk	60
1.4.2	Maschinenbauliche Ausrüstung	60
1.4.2.1	Allgemeines	60
1.4.2.2	Übersicht über die Anlageteile Schwarzenbachwerk.....	60
1.4.2.3	Pumpturbine Schwarzenbachwerk.....	63
1.4.2.4	Turbinenregler Schwarzenbachwerk.....	64
1.4.2.5	Absperrorgane der Pumpturbine Schwarzenbachwerk	65
1.4.2.6	Kühlwasserversorgung Schwarzenbachwerk.....	66
1.4.2.7	Druckluftversorgung Schwarzenbachwerk	67
1.4.2.8	Lenzpumpenanlage Schwarzenbachwerk.....	68
1.4.2.9	Maschinenhauskran Schwarzenbachwerk	69
1.4.2.10	Aufzug Schwarzenbachwerk.....	69

1.4.2.11	Übersicht über die Anlagenteile Murgwerk.....	69
1.4.2.12	Francisturbinen Murgwerk	71
1.4.2.13	Turbinenregler Murgwerk.....	73
1.4.2.14	Absperrorgane der Turbinen Murgwerk	73
1.4.2.15	Kühlwasserversorgung Murgwerk.....	74
1.4.2.16	Maschinenhauskran Murgwerk	75
1.4.3	Elektrotechnische Ausrüstung.....	76
1.4.3.1	Allgemeines	76
1.4.3.2	Übersicht für die Anlagenteile Schwarzenbachwerk.....	76
1.4.3.3	Übersicht über die Anlagenteile Murgwerk.....	80
1.4.4	Leittechnik	83
1.4.5	Technische Gebäudeausrüstung	83
1.4.5.1	Licht und Kraftinstallationen.....	83
1.4.5.2	Baustrom	86
1.4.5.3	Kommunikations-, Informations- und Sicherheitstechnik.....	87
1.4.5.4	Be- und Entlüftung, Entrauchung	95
1.4.5.5	Wasserversorgung und Entwässerung	102
1.4.6	Brandschutztechnische Ausrüstung.....	104
1.4.6.1	Löschanlagen	105
1.4.6.2	Passiver Brandschutz	109
1.5	Straßen und Wege.....	109
1.5.1	Bestehende Verhältnisse	110
1.5.2	Lage und Ausrichtung.....	111
1.5.3	Wesentliche Abmessungen und Kenndaten.....	111
1.5.4	Beschreibung der geplanten Maßnahmen	113
1.6	Baustelleneinrichtungsflächen	116
1.6.1	Bestehende Verhältnisse	116
1.6.2	Lage und Ausrichtung.....	116
1.6.3	Wesentliche Abmessungen	117
1.6.4	Beschreibung der geplanten Maßnahmen	118
1.7	Baudurchführung	119
1.7.1	Bauzeit	119
1.7.2	Bauablauf Unterstufe	120
1.7.2.1	Spezialtiefbau und Tunnelbau Schwarzenbachwerk	120
1.7.2.2	Spezialtiefbau und Tunnelbau Murgwerk	121
1.7.2.3	Ausbruch Kraftwerkskaverne	122
1.7.2.4	Mögliche Abfolge der Ausbruchvorgänge.....	123

1.7.2.5	Anbindung der neuen Oberwasserstollen an die Wasserschlösser	127
1.7.2.6	Ausbau der Kraftwerkskaverne	128
1.7.2.7	Elektromechanische Ausrüstung Schwarzenbachwerk	129
1.7.2.8	Elektrotechnische Anlagen und Leittechnik.....	130
1.7.2.9	Elektromechanische Ausrüstung Murgwerk	131
1.7.2.10	Bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen Untertage.....	131
1.7.2.11	Auslaufbauwerk Ausgleichsbecken.....	132
1.7.2.12	Portale der Zugangsstollen Schwarzenbachwerk und Murgwerk133	
1.7.2.13	Portalgebäude Zufahrtsstollen	133
1.7.2.14	Betriebsstillstand Schwarzenbachwerk und Murgwerk.....	134
1.7.2.15	Absenkung Ausgleichsbecken	134
1.7.3	Bauzeitlicher Brandschutz unter Tage	135
1.7.3.1	Maßnahmen Brand unter Tage	136
1.7.3.2	Organisatorischer Brandschutz unter Tage.....	138
1.7.3.3	Rettungskonzept unter Tage.....	139
1.7.4	Verwertung von Boden und Ausbruch.....	140
1.7.4.1	Verwertung von Boden	140
1.7.4.2	Verwertung von Ausbruchmassen	140
1.7.5	Baubedingte Transporte und Baugeräteeinsatz	141
1.7.5.1	Massentransporte	143
1.7.5.2	Personentransporte	144
1.7.5.3	Baugeräteeinsatz.....	145
1.7.6	Betriebliche Fahrten.....	147
1.7.7	Abfallkonzept Bauphase	147

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtslageplan neues Schwarzenbach- und neues Murgwerk.....	4
Abbildung 2: Horizontalschnitt Wasserschloss II (Ausschnitt aus Anlage B.V.1.5).....	6
Abbildung 3: Kavernenteil Schwarzenbachwerk, Querschnitt C-C in Achse der Pumpturbine (Auszug Anlage B.V.2.4).....	13
Abbildung 4: Kavernenteil Transformatoren, Querschnitt H-H (Auszug aus Anlage B.V.2.9)	19
Abbildung 5: Übergang vom Unterwasserstollen Kavernenteil Schwarzenbachwerk zum Hauptstollen des Kavernenwasserspeichers (Auszug aus B.V.4.10)	22
Abbildung 6: Horizontalschnitt Wasserschloss I (Auszug aus Plan B.V.8.5)	42
Abbildung 7: Horizontalschnitt durch Murgwerk, OW-seitige Ausbuchtung, Zufahrtsstollen und UW-seitige Schieberkammer (Auszug aus Anlage B.V.2.17)	46
Abbildung 8: Querschnitt durch Murgwerk, Zufahrtsstollen und UW-seitige Ventilrohrleitung (Auszug aus Anlage B.V.2.11)	47
Abbildung 9: Fließschema Triebwasserweg Schwarzenbachwerk mit stahlwasser- und maschinenbaulichen Anlagenteilen.....	52
Abbildung 10: Fließschema Triebwasserweg Murgwerk mit stahlwasser- und maschinenbaulichen Anlagenteilen.....	58
Abbildung 11: Längsschnitt Kraftwerkskaverne mit Darstellung der Ausbruchabläufe ...	122
Abbildung 12: Querschnitt Kraftwerkskaverne mit Darstellung der Ausbruchabläufe	123
Abbildung 13: Tunnelbau - Graphische Darstellung der Ausbruchabläufe I	124
Abbildung 14: Tunnelbau - Graphische Darstellung der Ausbruchabläufe II	125
Abbildung 15: Tunnelbau - Graphische Darstellung der Ausbruchabläufe III	126
Abbildung 16: Tunnelbau - Graphische Darstellung der Ausbruchabläufe IV	127
Abbildung 17: Beispiel schonender Durchbruch aus einem bestehenden Tunnel in den Berg.....	128
Abbildung 18: Graphische Darstellung der Baufelder	142

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu Übersichtsplänen.....	1
Tabelle 2: Übersicht Pläne Wasserschloss II.....	5
Tabelle 3: Übersicht Triebwasserweg und Stollensystem	6
Tabelle 4: Übersicht Pläne Oberwasserstollen, Drosselklappenkammer und Zugangsstollen mit Portal Schwarzenbachwerk.....	7
Tabelle 5: Regelquerschnitte Oberwasserstollen, Drosselklappenkammer und Zugangsstollen mit Portal Schwarzenbachwerk.....	9
Tabelle 6: Übersicht Pläne Kavernenteile Schwarzenbachwerk und Transformatoren.....	10
Tabelle 7: Übersicht Pläne Unterwasserstollen Kavernenteil Schwarzenbachwerk, Zulaufbauwerk und Messstollen.....	21
Tabelle 8: Regelquerschnitte Unterwasserstollen Kavernenteil Schwarzenbachwerk, Zulaufbauwerk und Messstollen.....	22
Tabelle 9: Regelquerschnitt Messstollen	23
Tabelle 10: Übersicht Pläne Kavernenwasserspeicher und Hauptstollen.....	24
Tabelle 11: Regelquerschnitte Kavernenwasserspeicher und Hauptstollen	25
Tabelle 12: Übersicht Pläne Zufahrtsstollen	26
Tabelle 13: Regelquerschnitt Zufahrtsstollen.....	27
Tabelle 14: Übersicht Pläne Energieableitungsstollen	28
Tabelle 15: Regelquerschnitt Energieableitungsstollen.....	30
Tabelle 16: Übersicht Pläne Schutter- und Hilfsstollen	30
Tabelle 17: Regelquerschnitte Schutter- und Hilfsstollen.....	32
Tabelle 18: Übersicht Pläne Portal Zugangsstollen Schwarzenbachwerk.....	32
Tabelle 19: Übersicht Pläne Portalgebäude Zufahrtsstollen.....	33
Tabelle 20: Übersicht Pläne Portal Schutterstollen	34
Tabelle 21: Übersicht Pläne Auslaufbauwerk	34
Tabelle 22: Übersicht Pläne Wasserschloss I.....	41
Tabelle 23: Übersicht Triebwasserweg und Stollensystem	42
Tabelle 24: Übersicht Pläne Oberwasserstollen, Drosselklappenkammer und Zugangsstollen Murgwerk.....	43
Tabelle 25: Regelquerschnitte Oberwasserweg Murgwerk.....	45
Tabelle 26: Übersicht Pläne Kavernenteil Murgwerk.....	45
Tabelle 27: Übersicht Pläne Unterwasserstollen.....	48
Tabelle 28: Regelquerschnitte Unterwasserweg.....	48
Tabelle 29: Übersicht Pläne Hilfsstollen Murgwerk.....	49
Tabelle 30: Regelquerschnitte Hilfsstollen Murg	50
Tabelle 31: Übersicht Pläne Portal Zugangsstollen Murgwerk.....	50

Tabelle 32: Übersicht über Anlagenteile- und Hauptkomponenten der stahlwasserbaulichen Ausrüstung des Schwarzenbachwerks.....	51
Tabelle 33: Übersicht Pläne Anordnung der Drosselklappen in der Schieberkammer.....	53
Tabelle 34: Übersicht Pläne Klappe in der Drosselklappenkammer am Schachtkopf Schwarzenbachwerk.....	54
Tabelle 35: Plan zum Feinrechnen am Auslaufbauwerk	56
Tabelle 36: Übersicht über Anlagenteile- und Hauptkomponenten der stahlwasserbaulichen Ausrüstung des Murgwerks.....	56
Tabelle 37: Übersicht Pläne der Klappe in der Drosselklappenkammer Murgwerk	59
Tabelle 38: Übersicht Pläne unterwasserseitige Verteilrohrleitung Murgwerk	60
Tabelle 39: Übersicht Pläne maschinenbauliche Anlagen Schwarzenbachwerk	61
Tabelle 40: Übersicht über Anlagenteile- und Hauptkomponenten der maschinenbaulichen Ausrüstung des Schwarzenbachwerks	62
Tabelle 41: Übersicht Pläne der Anlagenteile des Murgwerks	69
Tabelle 42: Übersicht über Anlagenteile- und Hauptkomponenten der maschinenbaulichen Ausrüstung des Murgwerks	70
Tabelle 43: Hauptdaten der Francis-Turbinen des Murgwerks.....	72
Tabelle 44: Übersicht Schaltpläne der Elektrotechnischen Ausrüstung	76
Tabelle 45: Übersicht Pläne Baustrom	87
Tabelle 46: Übersicht Pläne KIS.....	87
Tabelle 47: Videokameras.....	92
Tabelle 48: Telefone.....	93
Tabelle 49: Übersicht Pläne Be- und Entlüftung, Entrauchung	95
Tabelle 50: Übersicht Pläne Brandschutztechnische Ausrüstung	105
Tabelle 51: Übersicht Pläne Wege und Straßen.....	109
Tabelle 52: Übersicht Pläne Baustelleneinrichtungsflächen.....	116

Quellenverzeichnis

Literatur

- [Q1] Giesecke, J.; Mosonyi, E. (2005): Wasserkraftanlagen, Planung, Bau und Betrieb, Springer-Verlag, 4. Auflage
- [Q2] Seeber, G. (1999): Druckstollen und Druckschächte
- [Q3] Lewin, Jack, Hydraulic Gates and Valves, London, 1995
- [Q4] Zowski, Thaddeus, Trashracks and Raking Equipment, Water Power, Oktober 1960

Normen und Richtlinien

- [Q5] Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb (2008) - Österreichische Gesellschaft für Geomechanik
- [Q6] DIN EN 10149-1: Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen - Teil 1: Allgemeine Lieferbedingungen
- [Q7] DIN EN 10149-2: Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen - Teil 2: Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte Stähle
- [Q8] DIN 276-1; Kosten im Bauwesen Teil 1: Hochbau; Dezember 2008
- [Q9] DIN 276-4; Kosten im Bauwesen Teil 1: Ingenieurbau; August 2009
- [Q10] DIN 18312: 2002-12; VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Untertagebauarbeiten
- [Q11] EAAW (2008) Empfehlungen für die Ausführung von Asphaltarbeiten im Wasserbau; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Essen
- [Q12] DWA-A 904 (2005) Richtlinien für den ländlichen Wegebau (RLW). DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- [Q13] RStO 12 (2012) Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- [Q14] ZTV SoB-StB (2007) Zusätzlich Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- [Q15] DWA-M 514: Bauwerksüberwachung an Talsperren, Juli 2011
- [Q16] DIN 19700: Stauanlagen. Teil 10, 11 und 14, Juli 2014

- [Q17] La-StB 05 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Landschaftsbauarbeiten im Straßenbau. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn 2005

Sonstige Datengrundlagen

- [Q18] Pumpspeicherkraftwerk Forbach, Neubau Oberstufe - Geotechnisches und hydrogeologisches Gutachten. gbm - Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH und Mailänder Consult GmbH, Ettlingen/Karlsruhe, August 2017
- [Q19] Pumpspeicherkraftwerk Forbach, Neubau Unterstufe - Geotechnisches und hydrogeologisches Gutachten, Rev. 1. gbm - Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH und Mailänder Consult GmbH, Ettlingen/Karlsruhe, August 2017
- [Q20] PSW Forbach, Entwurfsplanung - Kennwerte (Vorabzug). Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut und Mailänder Geo Consult GmbH, Ettlingen 14.09.2012
- [Q21] PSW Forbach, Entwurfsplanung - Kennwerte (Vorabzug). Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut und Mailänder Geo Consult GmbH, Ettlingen 19.09.2012
- [Q22] Stellungnahme zum Fragenkatalog Hydroprojekt vom 21.09.12. Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut und Mailänder Geo Consult GmbH, Ettlingen 25.09.2012
- [Q23] Telefonnotiz zum Abstimmungsgespräch am 28.09.2012 zu Kennwerten Dammschüttung mit Hr. Peschel (Hydroprojekt). Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut und Mailänder Geo Consult GmbH, Ettlingen 29.09.2012
- [Q24] Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut (gbm); "Erweiterte und modifizierte Kennwerte-Angaben/Stand: 07.02.2013 "
- [Q25] PSW Forbach, Geotechnikbesprechung Protokoll Nr. 03: Geotechnische Verhältnisse - Erkundungsbedarf, 30.01.2013
- [Q26] PSW Forbach, Neubau Oberstufe Alternative Seekopf, Stellungnahme zu Gebirgskennwerten und Geotechnischen Schnitten mit Bewertungsbänden für die Planung Stand 2014. Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut (gbm) und Mailänder Consult, 28.11.2014
- [Q27] PSW Forbach, Neubau Oberstufe Alternative Seekopf, Schürfe im Bereich Seekopf (Bericht). Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut (gbm) und Mailänder Consult vom 04.12.2013
- [Q28] PSW Forbach, Geotechnikbesprechung Nr. 09: Geotechnisches Gutachten Seekopf, 27.06.2016

- [Q29] Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut (gbm), 20150716_Geologischer Überblick.doc, erhalten per e-mail am 17.07.2015
- [Q30] Pumpspeicherkraftwerk Forbach, Unterlagen zum Raumordnungsverfahren, EnBW Kraftwerke AG, Februar 2012
- [Q31] EnBW Kraftwerke AG, TETW, Projekt Forbach, Planungs- und Ingenieurleistungen, Erweiterung des Kraftwerksstandortes um zwei Pumpspeicherkraftwerke, I. Ausschreibungsunterlagen, Stuttgart 02.03.2012
- [Q32] Regierungspräsidium Karlsruhe, Raumordnungsverfahren mit integriertem Zielabweichungsverfahren für die geplante Erweiterung des Rudolf-Fettweis-Werkes in Forbach (Pumpspeicherkraftwerk), Raumordnerische Beurteilung, 15.11.2012
- [Q33] EnBW Kraftwerke AG, TK, Netzanschlussbegehren für das Projekt Pumpspeicherkraftwerk Forbach, 26.03.2012
- [Q34] Ingenieurarbeitsgemeinschaft Forbach, PSW Forbach, Variantenuntersuchung, Vorabzug vom 25.02.2013
- [Q35] Voith Hydro, Forbach PSW, Transiente Analyse Pump-Turbine, Revision B, 23.01.2013
- [Q36] KOSTRA-DWD 2010, Niederschlagshöhen und -spenden, Rasterfeld Spalte: 20 Zeile: 86, Deutscher Wetterdienst - Hydrometeorologie
- [Q37] Längenschnitt und Querprofile des Ausgleichsbeckens, B 13.081, B 13.082 und B 13.083 vom Juli 1924
- [Q38] Lage- und Höhenplan und Abrechnungsquerschnitte im Stauraum von 0 bis 70, B13.098a und B 13.099, Vermessungsbüro EGLE, 1969 und 1970
- [Q39] Murgwerk bei Forbach, B 13.002, Januar 1918
- [Q40] PSW Forbach, Präsentation der Wegeplanung beim Landratsamt Rastatt am 01.06.2016
- [Q41] PSW Forbach, Entwurf Unterstufe, Besprechung am 22.09.2016
- [Q42] PSW Forbach, Lagerung von Überschussmassen südlich Seebachhof, Hydrogeologisches Gutachten. Mailänder Consult GmbH, Karlsruhe 30.11.2018

Abkürzungen und Formelzeichen

Abkürzung	Beschreibung
A	Ampere
AC	Alternating Current (Wechselspannung)
ACg	Gesicherte Wechselspannung
AN-BAUut	Auftragnehmer der untertägigen Bauarbeiten
ANSI	American National Standards Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
AUR	Anfahrumsrichter
BDBOS	Bundes-Anstalt für den Digital-Funk für Behörden und Organisationen mit Sicherheits-Aufgaben
BMA	Brandmeldeanlage
BMUZ	Brandmelderunterzentrale
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
C	Celsius
ca.	Circa
CE	Communauté Européenne
cm	Zentimeter
DAKS	Digitaler Alarm- und Kommunikationsserver
DC	Gleichspannung
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunication
d. h.	Das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nenndurchmesser
DOM	Direct Operation Mode
E30	Funktionserhalt elektrischer Kabel 30 Minuten
EN	Europäische Norm
EU1	Ebene Untergeschoss 1
EUE	Elektronische-Umschalt-Einrichtung
FGB	Feuerwehrgebäudefunkbedienfeld
GSA	Gewässerschutzanlage
ggf.	Gegebenenfalls
ha	Hektar

Abkürzung	Beschreibung
H _n [m]	Nennfallhöhe [Meter]
IAF	Ingenieurarbeitsgemeinschaft Forbach
IBS	Inbetriebsetzung
IEC	International Electrotechnical Commission
IP-Technik	Internet-Protokoll-Telefonie
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik
K	Kelvin
KIS	Kommunikations-, Informations- und Sicherheitstechnik
L-OV	Leitfaden für Planung und Realisierung
LÖRüRL	Löschwasserrückhaltung
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
lx	Lux
MPa	Megapascal
MSR	Mess-, Steuer-, Regeltechnik
MU-Bruch	Murgschifferschaftsbruch
MW	Megawatt
NSHV	Niederspannungs-Hauptverteilung
o. a.	Oben aufgeführt
o. ä.	Oder ähnlich
o. g.	Oben genannt
OS	Oberstufe
OS-seitig	Oberspannungs-seitig (Primärseite)
OW	Oberwasserseitig
PLS	Prozessleitsystem
PN	Pressure Nominal, Nenndruck (in bar)
PSW	Pumpspeicherkraftwerk
PT [MW]	Leistung Turbinenbetrieb [Megawatt]
RABT	Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunnel
RFW	Rudolf-Fettweis-Werk
SF ₆	Schwefelhexafluorid

Abkürzung	Beschreibung
SF6-Gas	Schwefelhexafluorid6-Gas
SPS	Speicherprogrammierte Steuerung
T1	Treppenhaus 1
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TK	Telekommunikation
TMO	Trunked Operation Mode
TN-S-System	(Terre Neutre Séparé) Netzart des AC-Niederspannungssystems
TRA	Technisches Regelwerk für Aufzüge
TSK	Typgeprüfte Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen
u. a.	Unter anderem
UC- Server	Unified Communications- Server
US	Unterstufe
US-seitig	Unterspannungs-seitig (Sekundärseite)
UW	Unterwasserseitig
DC	Direct Current (Gleichspannung)
VDE	Verband Deutscher Elektroingenieure
VoIP	Voice over Internet Protocol
VPE-Kabel	Vernetztes Polyethylen Kabel
VSG	Schwarzwald-Granit-Werke GmbH & Co. KG
WLAN	Wireless Local Area Network
z. B.	Zum Beispiel

1. Technische Beschreibung

1.1 Erläuterungen zum Anlagenkonzept der Neuen Unterstufe bestehend aus dem Schwarzenbach- und dem Murgwerk

Die Übersicht zur Gesamterstreckung des Schwarzenbach- und des Murgwerks sowie der Längsschnitt durch die Triebwasserwege sind in folgenden Plänen dargestellt.

Tabelle 1: Übersicht zu Übersichtsplänen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtsplan	B.IV.1
Übersichtsplan Längsschnitt Triebwasserweg	B.IV.2
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3

Die Neue Unterstufe umfasst die Erneuerung der beiden bestehenden Kraftwerke Schwarzenbachwerk und Murgwerk.

Das bestehende Schwarzenbachwerk erzeugt elektrische Energie, in dem das in der Schwarzenbachtalsperre gesammelte Wasser mit zwei Pelton-Drillingsturbinen turbiniert und in das bestehende Ausgleichsbecken Forbach abgegeben wird. Darüber hinaus kann über eine Pumpe im bestehenden Schwarzenbachwerk Wasser aus dem Druckstollen des Murgwerks entnommen und zur Speicherung in die Schwarzenbachtalsperre hochgepumpt werden.

Das Wasser für das bestehende Murgwerk wird im Sammelbecken in Kirschbaumwasen entnommen. Im Murgkraftwerk wird das Wasser von fünf Francisturbinen verarbeitet und elektrische Energie erzeugt. Das Triebwasser wird nach dem Turbinieren in das bestehende Ausgleichsbecken in Forbach abgegeben.

Die Maschinen des bestehenden Schwarzenbachwerks und des bestehenden Murgwerks sind in einem gemeinsamen Kraftwerksgebäude auf dem Gelände des RFW untergebracht.

Im Rahmen des Vorhabens Pumpspeicherwerk Forbach – Neue Unterstufe sollen das bestehende Schwarzenbachwerk durch ein vollwertiges Pumpspeicherwerk und das bestehende Murgwerk durch ein neues Wasserkraftwerk ersetzt werden. Sowohl das neue

Schwarzenbach- als auch das neue Murgwerk werden in Kavernen-Bauweise, d. h. unterirdisch erstellt. Die neue Kraftwerkskaverne nimmt alle Anlagenbestandteile (Schwarzenbachwerk, Murgwerk und Transformatoren jeweils inklusive der zum Betrieb notwendigen Nebeneinrichtungen) unterirdisch auf.

Ein Großteil des Anlagenbestandes kann ohne bauliche und betriebliche Veränderungen in das neue Anlagenkonzept integriert werden.

Sowohl die Schwarzenbachtalsperre als auch das Sammelbecken Kirschbaumwasen werden ohne bauliche und betriebliche Veränderungen in das neue Anlagenkonzept integriert. Das Ausgleichsbecken und die beiden Oberwasserwege Murg- und Schwarzenbachstollen werden unverändert weiter betrieben.

Das Schwarzenbachwerk soll zu einem Pumpspeicherwerk umgebaut werden. Während im bestehenden Schwarzenbachwerk turbinirtes Wasser nicht mehr in die Schwarzenbachtalsperre hochgepumpt werden kann, wird es zukünftig möglich sein Wasser aus dem Ausgleichsbecken Forbach wieder zu entnehmen und zur Speicherung in die Schwarzenbachtalsperre hochzupumpen. Das neue Schwarzenbachwerk kann damit je nach Erfordernis jederzeit Energie erzeugen oder speichern. Zur Vergrößerung des Speichervolumens wird ein Kavernenwasserspeicher ausgebrochen, der mit dem bestehenden Ausgleichsbecken hydraulisch verbunden und mit diesem ein gemeinsames Speichervolumen bildet.

Der Wasserweg des neuen Schwarzenbachwerks zweigt vom bestehenden Wasserschloss II ab und führt als Druckstollen zur neuen Kraftwerkskaverne - Kavernenteil Schwarzenbachwerk, in der die Pumpturbine des neuen Schwarzenbachwerks angeordnet ist. Von dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk führt ein kurzer Unterwasserstollen zum neuen Kavernenwasserspeicher, der wiederum mit dem bestehenden Ausgleichsbecken Forbach verbunden ist.

Das neue Schwarzenbachwerk wird mit einer reversiblen Pumpturbine mit einer Nennleistung von 50 MW ausgerüstet.

Der Wasserweg des neuen Murgwerks zweigt vom bestehenden Wasserschloss I ab und führt als Druckstollen zur Kraftwerkskaverne - Kavernenteil Murgwerk, das in Verlängerung des Kavernenteils Schwarzenbachwerk in einem gemeinsamen Hohlraum angeordnet ist. Von dem Kavernenteil Murgwerk führt wiederum ein kurzer Unterwasserstollen zum Kavernenwasserspeicher, in den auch das neue Murgwerk sein Wasser abgibt.

Das neue Murgwerk wird mit drei Francisturbinen mit Leistungen von 13 MW, 5 MW und 0,8 MW (Hausmaschine) ausgestattet. Das neue Murgwerk nutzt vielfach Anlagen und Ausrüstungen des neuen Schwarzenbachwerks.

Die bestehenden oberirdischen Druckrohrleitungen des Schwarzenbach- und des Murgwerks sowie die hydraulischen und elektrischen Maschinen der beiden Werke werden nach Errichtung der neuen Anlagen außer Betrieb genommen.

Die erzeugte bzw. bezogene elektrische Energie wird über die bestehende 110-kV Freileitung ins Netz eingespeist bzw. entnommen.

1.2 Übersicht der baulichen Anlagenkomponenten des Schwarzenbachwerks

Das neue Pumpspeicherwerk des Schwarzenbachwerks besteht aus folgenden wesentlichen Bauwerkskomponenten:

- Schwarzenbachtalsperre mit Entnahmeturm, Entnahmestollen, Schieberkammer, Schwarzenbachstollen als Oberbecken (Bestand)
- Wasserschloss II (Bestand)
- Oberwasserstollen vom Wasserschloss II zum Kavernenteil Schwarzenbachwerk mit Drosselklappenkammer (neu)
- Zugangsstollen Schwarzenbachwerk mit Portal
- Kavernenteil Schwarzenbachwerk und Kavernenteil Transformatoren (neu)
- Unterwasserstollen vom Kavernenteil Schwarzenbachwerk, Zulaufbauwerk, Messstollen vom Energieableitungsstollen zum Zulaufbauwerk (neu)
- Kavernenwasserspeicher mit einem Hauptstollen und sechs Nebentollen zur Erweiterung des Ausgleichsbeckens Forbach (Unterbeckenerweiterung) (neu)
- Auslaufbauwerk in das Ausgleichsbecken Forbach (neu)
- Ausgleichsbecken Forbach als Unterbecken (Bestand)
- Zufahrtstollen vom Gelände des RFW zur Kraftwerkskaverne mit Portalgebäude; dient auch als Fluchtweg (neu)
- Energieableitungstollen mit begehbarem Kabelkanal (Kollektorgang) bis Anbindung an bestehenden Kabelgang; dient auch als Fluchtweg (neu)
- Schutterstollen mit Portal und Hilfsstollen; dient auch als Fluchtstollen (neu)

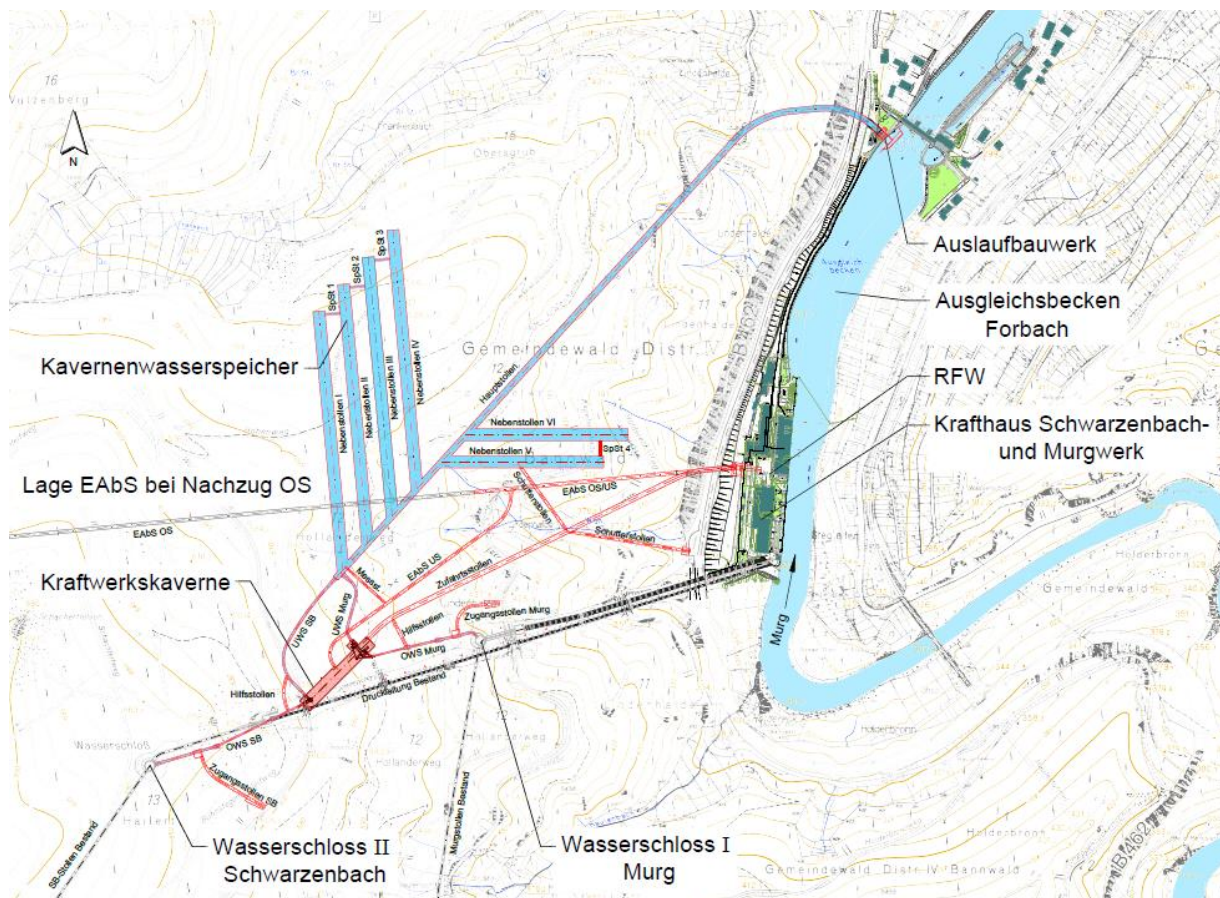


Abbildung 1: Übersichtslageplan neues Schwarzenbach- und neues Murgwerk

1.2.1 Schwarzenbachtalsperre und Entnahmeturm

Die bestehende Schwarzenbachtalsperre einschließlich des Entnahmeturms werden unverändert weitergenutzt.

Die Schwarzenbachtalsperre verfügt über ein nutzbares Volumen von circa 14 Mio. m³. Das Stauziel liegt bei 668,5 m ü. NN, das Absenkziel bei 628,0 m ü. NN. Die Talsperre wird derzeit vorwiegend im oberen Betriebsbereich betrieben. Das Anfahren des Absenkziels erfolgt nur bei großen Revisionen.

Die vom neuen Schwarzenbachwerk verursachten Wasserspiegelschwankungen betragen bei einem vollen Zyklus circa 90 cm bei einer Wasserspiegellage in der Schwarzenbachtalsperre von etwa 655,0 m ü. NN und circa 60 cm bei Wasserspiegellagen nahe dem Stauziel von 668,5 m ü. NN.

1.2.2 Entnahmestollen und Schieberkammer

Der bestehende Entnahmestollen verbindet den Entnahmeturm der Schwarzenbachtalsperre mit der bestehenden Schieberkammer. Er wird unverändert weiter genutzt. Die Schieberkammer bleibt baulich unverändert, jedoch werden die Verschlussorgane erneuert (vgl. Kapitel 1.4.1.4).

1.2.3 Schwarzenbachstollen und Wasserschloss II

Der Schwarzenbachstollen wird unverändert weiter genutzt.

Der Innendurchmesser im unteren Bereich des 57 m tiefen Wasserschlosses II beträgt 13,10 m sowie im mittleren und oberen Bereich 10,1 m bzw. 17,0 m.

Die Leistungsfähigkeit des Wasserschlosses II wurde durch transiente Berechnungen überprüft. Zusammenfassend hat die Berechnung der vereinfachten Lastfälle gezeigt, dass das Wasserschloss den Anforderungen des Pumpspeicherbetriebes gerecht wird. Zur Dämpfung der Wasserspiegelschwankungen im Wasserschloss und Erhöhung der betrieblichen Flexibilität bei Wasserspiegellagen nahe dem Stauziel oder Absenkziel wird eine Drossel in das Wasserschloss eingebaut. Die Drossel wird als Stahlteil ausgeführt und mit Beton hinterfüllt.

Die Anbindung des neuen Oberwasserstollens an das Wasserschloss II ist in folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 2: Übersicht Pläne Wasserschloss II

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Grundriss und Schnitte Längsschnitt Triebwasserweg	B.IV.2
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Grundriss und Schnitte Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk Anbindung Wasserschloss	B.V.1.5

Die Anbindung des neuen Oberwasserstollens an das bestehende Wasserschloss II erfolgt über einen Diffusor.

Der Anschluss des neuen Oberwasserstollens erfolgt vom Inneren des Wasserschlosses aus im Schutz eines vorausseilenden Spießschirmes. Die mögliche Vorgehensweise zur Anbindung des neuen Oberwasserstollens an das Wasserschloss II ist im Kapitel 1.7.2.5 näher erläutert.

Der alte Ausgang des Wasserschlosses II zum bestehenden Wasserweg wird mit einer Betonplombe verschlossen.

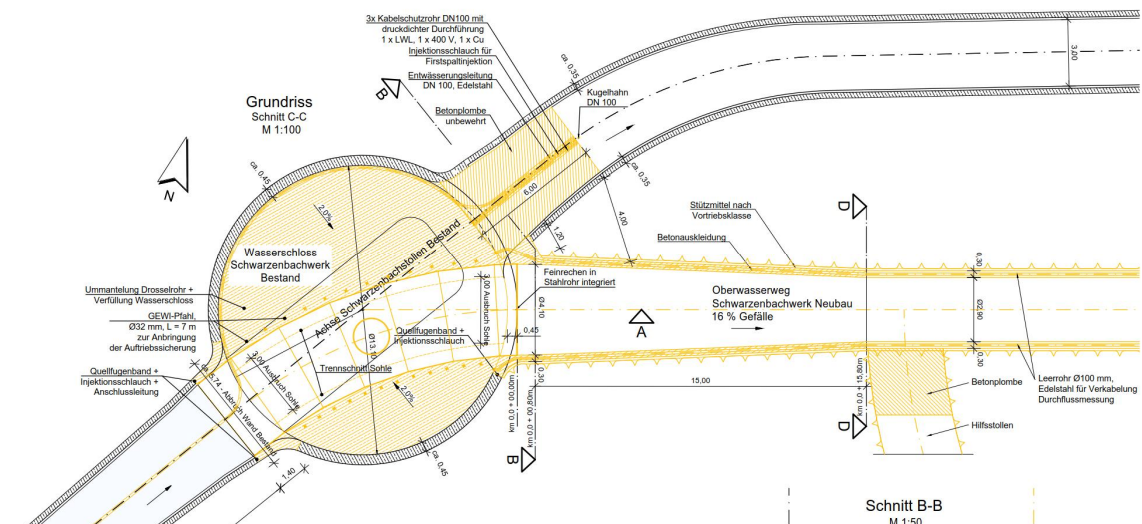


Abbildung 2: Horizontalschnitt Wasserschloss II (Ausschnitt aus Anlage B.V.1.5, Darstellung in schwarz = Bestand, Darstellung in ocker = Neubau)

Im Wasserschloss II werden weiterhin Maßnahmen zur Betonsanierung durchgeführt.

1.2.4 Untertagebauwerke Schwarzenbachwerk

1.2.4.1 Triebwasserweg und Stollensystem

Eine Übersicht des komplexen Stollensystems des Schwarzenbachwerks (und des Murgwerks) ist in folgendem Plan dargestellt:

Tabelle 3: Übersicht Triebwasserweg und Stollensystem

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3

1.2.4.2 Oberwasserstollen und Drosselklappenkammer, Zugangsstollen

Oberwasserstollen mit Drosselklappenkammer vom Wasserschloss II zum Kavernenteil Schwarzenbachwerk und Zugangsstollen mit Portal sind in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 4: Übersicht Pläne Oberwasserstollen, Drosselklappenkammer und Zugangsstollen mit Portal Schwarzenbachwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Grundriss und Schnitte Längsschnitt Triebwasserweg	B.IV.2
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Grundriss und Schnitte Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk Oberwasserweg	B.V.1.1
Grundriss und Schnitte Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk Druckschacht und Druckstollen	B.V.1.2
Grundriss und Schnitte Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk Schachtkopf und Drosselklappenkammer	B.V.1.3
Grundriss und Schnitte Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk Schachtfuß	B.V.1.4
Grundriss und Schnitte Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk Anbindung Wasserschloss	B.V.1.5
Grundriss und Schnitte Zugangsstollen Schwarzenbachwerk	B.V.6.3
Grundriss und Schnitte Zugangsstollen Schwarzenbachwerk Portal/Voreinschnitt	B.V.6.5

Der neue Oberwasserstollen verbindet als Druckstollen das Wasserschloss II mit dem Pumpen-/Turbineneinlauf in der Kraftwerkskaverne. Der Oberwasserstollen besteht aus einem leicht geneigten Druckstollen, aus einem tiefen, vertikalen Druckschacht und aus einem horizontalen Druckstollen im Übergang zur Kraftwerkskaverne.

Die Horizontalstrecke vom Wasserschloss II bis zum Schachtkopf hat eine Länge von circa 59 m und ist mit einer Betonauskleidung von 30 cm Dicke versehen. Der Innendurchmesser für diesen Oberwasserweg mit Betonauskleidung ergibt sich aus den hydraulischen Berechnungen mit 2,9 m.

Zwischen Wasserschloss II und dem Druckschacht befindet sich die Drosselklappenkammer. In der Drosselklappenkammer ist eine notschlusssfähige Klappe angeordnet. Die Erschließung der Drosselklappenkammer im Bau- und Endzustand erfolgt direkt durch den Zugangsstollen Schwarzenbachwerk, der von der bestehenden Forststraße (Wurzelbergweg, vgl. Anlage B.V.10.1) aus vorgetrieben wird. Auch die Belüftung der Drosselklappenkammer erfolgt über diesen Zugangsstollen.

Der Zugangsstollen Schwarzenbachwerk erhält eine bewehrte Spritzbetonauskleidung mit Ankerung nach Erfordernis.

Das im Endzustand in der Drosselklappenkammer und im Zugangsstollen anfallende Bergwasser wird bis zum Portal des Zugangsstollens Schwarzenbachwerk in freiem Gefälle zu einem Schacht vor dem Portal abgeleitet. Von dort wird das Wasser über eine Sickermulde in das Gelände abgegeben.

Das in der Drosselklappenkammer installierte Hydraulikaggregat wird in einer Ölauffangwanne aufgestellt und der Bereich des Aggregates, der Leitungen und des Hydraulikzylinders mit einer Spritzschutzeinhausung versehen, um zu verhindern, dass das abzupumpende Bergwasser durch Hydrauliköl verunreinigt werden kann. Der eingehauste Bereich wird mit einer ölabweisenden Beschichtung entsprechend des Wasserhaushaltsgesetzes versehen.

Zufolge der ansonsten durchgehenden Stollenauskleidung fällt im Oberwasserstollen im Endzustand kein Bergwasser an.

Der Voreinschnitt des Zugangsstollens Schwarzenbachwerk liegt auf circa 607 m ü. NN. Die Böschungsneigungen im Portalbereich werden in Abhängigkeit von der angetroffenen Geologie festgelegt.

Der Zugangsstollen wird im Endzustand durch ein Stahltor verschlossen. Der Wasserweg in der Drosselklappenkammer und die zwei anschließenden Verzugsstrecken sind durchgängig gepanzert.

Vom Zugangsstollen zweigt ein Hilfsstollen ab, der eine Verbindung zum Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk herstellt. Damit kann für die Bauarbeiten zum Anschluss des Oberwasserstollens an das Wasserschloss die Drosselklappenkammer umgangen werden. Der Hilfsstollen wird nach Abschluss der Baumaßnahme verfüllt und verplombt.

Der Übergang vom betonausgekleideten Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk zum anschließenden gepanzerten Druckschacht mit kleinerem Innendurchmesser erfolgt über einen 5,00 m langen Stahlkonus. Der Innendurchmesser für diesen Abschnitt des stahlgepanzten Oberwasserweges ergibt sich aus den hydraulischen Berechnungen mit 1,9 m.

Der vertikale Druckschacht beginnt mit einem gepanzerten Krümmer ($L=8,0$ m, $R=5,7$ m) und hat eine Länge von circa 348 m. Der Innendurchmesser beträgt 1,9 m. Am unteren Ende geht dieser in einem zweiten gepanzerten Krümmer ($L=11,8$ m, $R=7,6$ m) in den horizontalen gepanzerten Druckstollen über, der nach circa 147 m in die Kraftwerkskaverne einmündet. Die Anbindung des Druckstollens in den Kavernenteil Schwarzenbachwerk erfolgt über eine

konusförmige Übergangsleitung, welche die Druckrohrleitung mit dem vor der Turbine angeordneten Kugelschieber verbindet.

Tabelle 5: Regelquerschnitte Oberwasserstollen, Drosselklappenkammer und Zugangsstollen mit Portal Schwarzenbachwerk

Stollentyp	Verwendung	Auskleidungsart
Druckstollen Diffusor	Anbindung an das Wasserschloss	Betonauskleidung t=300 mm
Druckstollen D _i = 2,9 m	Permanent als Oberwasserweg	Betonauskleidung t=300 mm
Druckschacht D _i = 1,9 m	Permanent als Oberwasserweg	Stahlpanzerung t=15 mm bis 25 mm, Hinterfüllbeton, Kontaktinjektion
Druckstollen D _i = 1,9 m	Permanent als Oberwasserweg	Stahlpanzerung, Hinterfüllbeton, Kontaktinjektion
Zugangsstollen Schwarzenbachwerk	Bauzeitlich als Schutterweg für den Bau des Ober- wasserstollens und -schachtes. Permanent als Zufahrt/Be- lüftung Drosselklappenkammer.	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale

Die zwei Krümmer liegen in der Schachtkopf- bzw. Schachtfußkaverne, die nach Einbau der Krümmer mit Beton verfüllt werden.

Die Auskleidung des Oberwasserstollens wurde auf Basis der hydraulischen und felsmechanischen Angaben bemessen. Der Wasserweg ist nicht durchgehend gepanzert.

Der Stahlpanzerung im Oberwasserstollen umfasst:

- Panzerung im Bereich der Drosselklappenkammer
- Panzerung ab Verzugsstrecke am Schachtkopf und Krümmer
- Panzerung der Vertikalstrecke
- Panzerung Krümmer am Schachtfuß und horizontaler Stollen zum Maschinensatz

Die oberwasserseitige Stahlpanzerung sowie die Betonauskleidung werden auf den hydrostatischen- und den beim Betrieb des Maschinensatzes zusätzlich auftretenden dynamischen Druckanteil ausgelegt. Die dafür notwendigen Stahldicken sind nach dem Druckverlauf gestaffelt und variieren entsprechend der Einbauhöhe.

Die Panzerung wird als glatte Rohrleitung, d. h. ohne Ringsteifen oder Pratten o. ä. ausgeführt.

1.2.4.3 Kavernenteil Schwarzenbachwerk und Kavernenteil Transformatoren

Die Kraftwerkskaverne gliedert sich in folgende Teile:

- Kavernenteil Schwarzenbachwerk
- Kavernenteil Transformatoren
- Kavernenteil Murgwerk

Der Kavernenteil Schwarzenbachwerk und der Kavernenteil Transformatoren sind in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 6: Übersicht Pläne Kavernenteile Schwarzenbachwerk und Transformatoren

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Kraftwerkskaverne	B.V.2.1
Kraftwerkskaverne	B.V.2.2
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Schwarzenbachwerk	B.V.2.3
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Schwarzenbachwerk	B.V.2.4
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Schwarzenbachwerk	B.V.2.5
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Schwarzenbachwerk	B.V.2.6
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Schwarzenbachwerk	B.V.2.7
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Transformatoren	B.V.2.8
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Transformatoren	B.V.2.9
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Transformatoren	B.V.2.10
Kraftwerkskaverne Drainagekanal, Pumpensumpf	B.V.2.12
Kraftwerkskaverne Drainagegang	B.V.2.13

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Kraftwerkskaverne Hilfsmaschinenflur	B.V.2.14
Kraftwerkskaverne Turbinenflur	B.V.2.15
Kraftwerkskaverne Generatorflur	B.V.2.16
Kraftwerkskaverne Maschinenhausflur	B.V.2.17
Kraftwerkskaverne Zwischenflur	B.V.2.18
Kraftwerkskaverne Kranbahnflur	B.V.2.19

An den Kavernenteil Transformatoren grenzt der Kavernenteil Murgwerk an (Kapitel 1.3.3.3).

Kavernenteil Schwarzenbachwerk

Der Kavernenteil Schwarzenbachwerk unterteilt sich nochmals in den Turbinenblock und den Nebenanlagenblock. Im Turbinenblock ist die eigentliche Pumpturbine in einen massiven Betonblock eingebettet. Im Nebenanlagenblock befindet sich in den Untergeschossen ein Großteil der elektro-/maschinentechnischen Ausrüstung.

Auf dem Maschinenhausflur sind der Montageplatz für den Generatorrotor und den Kugelschieber vorgesehen. Im Nebenanlagenblock mündet auf der Ebene des Maschinenhausflurs der Zufahrtsstollen, aus dem Kavernenteil Transformatoren kommend.

Zwischen Turbinenblock und Nebenanlagenblock wird eine durchgängige Fuge mit Doppelstütze zur statisch/konstruktiven Trennung der Blöcke angeordnet. Hier erfolgt in den Untergeschossen ebenfalls eine Unterteilung in zwei Brandabschnitte.

Der Kavernenteil Schwarzenbachwerk für die 50 MW Pumpturbine mit vertikaler Welle unterteilt sich aufgrund der Einbaukote für die Pumpturbine von 260,00 m ü. NN vertikal in acht Hauptgeschosse (vgl. Abbildung 3), von denen sich fünf Ebenen unterhalb des Maschinenhausflures befinden:

EU5: Pumpensumpfebene	Kote 250,70 m ü. NN/248,30 m ü. NN
EU4: Saugrohrebene/Drainagegang	Kote 254,70 m ü. NN
EU3: Hilfsmaschinenflur	Kote 257,50 m ü. NN

EU2:	Turbinenflur	Kote 262,00 m ü. NN
EU1:	Generatorflur	Kote 267,00 m ü. NN
E1:	Maschinenhausflur	Kote 271,90 m ü. NN
E2:	Zwischenflur	Kote 277,05 m ü. NN
E3:	Kranbahnflur	Kote 281,40 m ü. NN

Die Hauptgeschosse und die Räume im Querschnitt C-C sind in Abbildung 3 dargestellt.

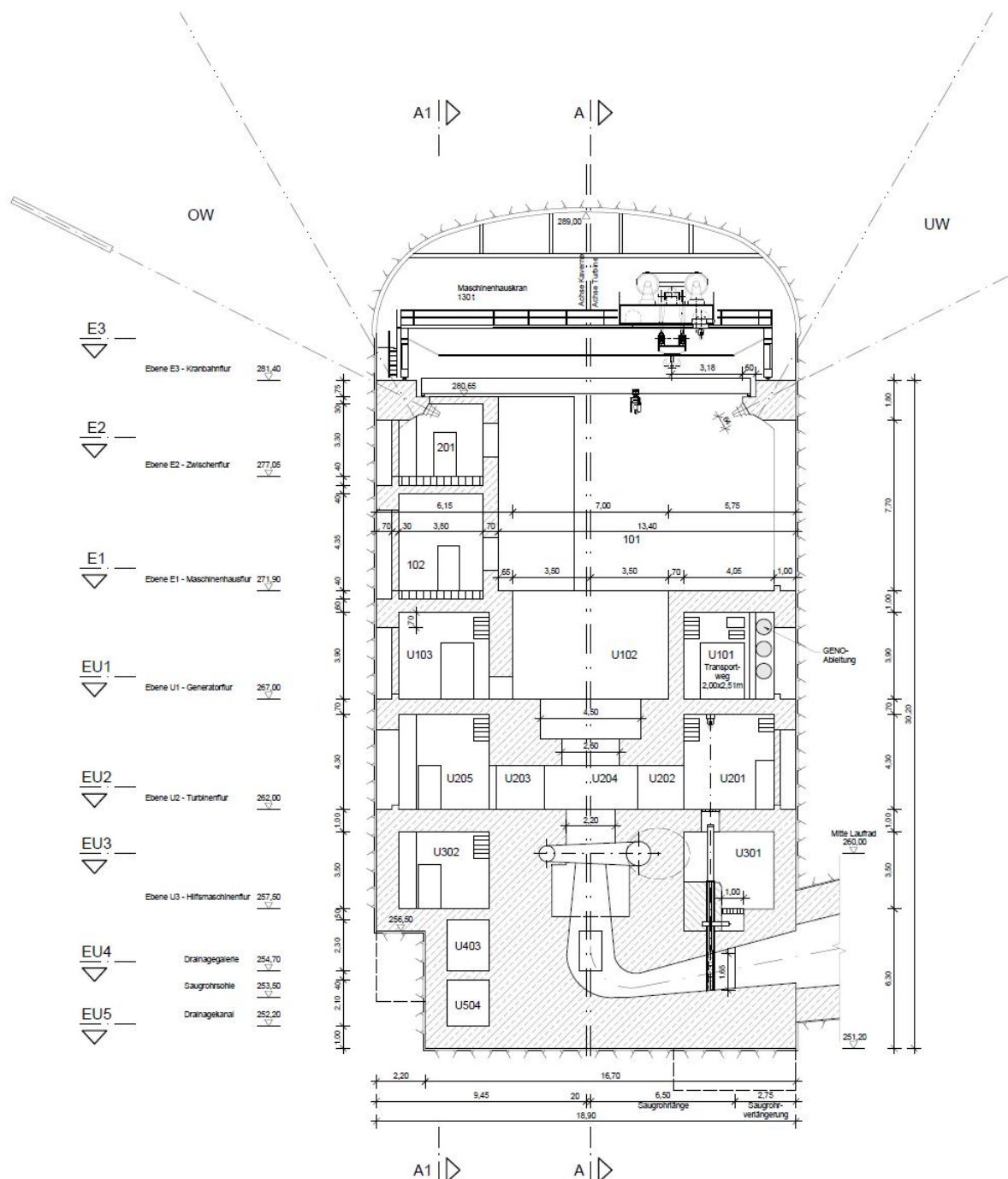


Abbildung 3: Kavernenteil Schwarzenbachwerk, Querschnitt C-C in Achse der Pumpturbine (Auszug Anlage B.V.2.4)

Die Flure sind über das durchgehende Treppenhaus West T1, das bis in den Drainagegang reicht, und das bis zum Hilfsmaschinenflur reichende Treppenhaus Ost T2 zugänglich. Über Versorgungsschächte für Rohrleitungen, Kabel und Lüftung sind die Flure ebenfalls vertikal verbunden.

Die Treppenhäuser sind wegen den Anforderungen als Fluchtweg in den jeweiligen Ebenen immer über einen Vorraum zu erreichen. Der Vorraum dient als Luftschleuse für das mit Überdruck beaufschlagte Treppenhaus.

Auf den Fluren sind die folgenden Ausrüstungs- und Anlagenteile angeordnet:

Pumpensumpfebene (U5), Kote 250,70 m ü. NN/248,30 m ü. NN

Die Pumpensümpfe U502/U503 dienen zur Entwässerung der Maschine, zur vollständigen Entleerung des Unterwasserstollens und zum Auffangen des anfallenden Sickerwassers (Bergwassers). Das auf der Kavernensüdseite anfallende Sickerwasser wird im Drainagekanal U504 gefasst und in den Pumpensumpf geleitet. Das auf der Nordseite anfallende Sickerwasser wird direkt in den Pumpensumpf U502 geleitet.

Das in die Kraftwerkskaverne einsickernde Bergwasser wird unmittelbar an den Kavernenwänden aufgefangen und kann direkt dem Pumpensumpf zugeführt werden, da die Gefahr von Verunreinigungen durch die Aufnahme des Wassers an den Kavernenwänden ausgeschlossen werden kann.

Sämtliche Bodeneinläufe des Kavernenteils Schwarzenbachwerk sowie des Kavernenteils Murgwerk werden hingegen zum Koaleszenzabscheider abgeleitet. Der Koaleszenzabscheider in U501 trennt als Vorstufe alle in der Kraftwerkskaverne anfallenden und potentiell belasteten Abwässer von Ölen und Schmierstoffen bevor sie gereinigt über eine Rohrleitung unterhalb des Saugschlauches in den Pumpensumpf geleitet werden. In dem Koaleszenzabscheider gesammelter Schlamm bzw. gesammeltes Öl können über einen Schwenkkran bis in Ebene U3 ausgehoben und von dort gesondert entsorgt werden.

Das anfallende, gereinigte Wasser wird mit den im Pumpensumpf U502/503 aufgestellten Lenzpumpen über eine Druckrohrleitung durch den Zufahrtsstollen in das Ausgleichsbecken Forbach abgeleitet.

Drainagegang und Saugrohrebene (U4), Kote 254,70 m ü. NN

In der Saugroherebene erfolgt der Zugang zum Saugrohrraum sowie zu den Bühnen über dem Pumpensumpf und dem Koaleszenzabscheider. Das Treppenhaus West (U4T1) führt bis zur Sohle des Drainagegangs. Über die Zugänge U401 und U402 kann das Saugrohr über zwei Mannlöcher erreicht werden.

Über den Zugang U401 wird auch die Bühne über dem Koaleszenzabscheider in U404 erreicht.

Die Gitteroste in den Räumen U405 und U406 überdecken die Pumpensümpfe U502 und U503. Zusammen mit der Gitterrostabdeckung im Drainagegang U403 bilden diese eine durchgehende Ebene. Für das Einheben der sperrigen Ausrüstungsteile ist über U405/406 im Bereich der Lenzpumpen eine Montageöffnung mit Kranbahn angeordnet.

Als zusätzliche Fluchtmöglichkeit ist eine Steigleiter im Raum U405 vorgesehen.

Hilfsmaschinenflur (Ebene U3), Kote 257,50 m ü. NN

Der Hilfsmaschinenflur ist das unterste über die gesamte Grundfläche des Kavernenteils Schwarzenbachwerk ausgebildete Geschoss. Dort beginnen das Treppenhaus Ost T2 und der Personen-/Lastenaufzug.

Im Turbinenblock wird die Spirale komplett einbetoniert. Der Kugelschieber liegt als oberwasserseitiges Verschlussorgan direkt vor der Spirale. Mit dem Maschinenhauskran kann der Kugelschieber über eine bis in die Maschinenhalle reichende Öffnung direkt auf das Kugelschieberfundament eingehoben werden. Neben dem Kugelschieber ist das zugehörige Ölhydraulikaggregat angeordnet. Auf der anderen Seite des Kugelschiebers im Raum U301 liegt die Montageöffnung mit Schwenkkran zum Andienen der Koaleszenzabscheider.

Im Raum U301 ist das Saugrohrschütz für den unterwasserseitigen Saugschlauch untergebracht. Das Schütz läuft in einer Stahlbetonummantelung und kann über einen Kettenzug an der Decke des darüber liegenden Geschosses für Revisionszwecke gezogen werden. Die Abdichtung erfolgt über ein zusätzliches horizontales Isolierschütz. In U301 endet auch die Steigleiter des Notausstieges vom Pumpensumpf.

Im Verbindungsgang U304 befindet sich die Montageöffnung für die Lenzpumpen mit an der Decke angebrachter Katzbahn zum Heben der Pumpen. Von hier aus erfolgt der Zugang zum Saugrohrkonus über U303. Im Raum U302 sind neben dem Lagerölbehälter noch Schränke für Leittechnik, Stromunterverteilung und Steuerung der Lenzpumpen untergebracht. Am Ende des Raumes U302 ist das Treppenhaus West T1 angeschlossen.

Im Nebenanlagenblock schließt sich an Raum U301 der Rohrverteilungsraum U305 an. Hier verlaufen die Hauptstränge der Wasserleitungen. Ein Teil der Rohre wird zum Rohrsteigeschacht S2 geführt. Direkt an U305 schließt sich der Bereich U310 mit Aufstellung von Fäkalientank und Pumpstation für das Schmutzwasser an.

Im Raum U306 sind die Pumpen und Filter für die Kühlwasseraufbereitung und die Löschwasserpumpen aufgestellt. Die Schalt- und Steuerschränke der Kühlwasseraufbereitung und Pumpen sind im benachbarten Raum U307 untergebracht.

Die Räume für Gefahrenstoffe U309 und Öllager/Ölaufbereitung U308 schließen sich an U306 an und sind über die Räume U307 bzw. U305 erreichbar.

Lastentransport und -verteilung erfolgen von der Montageöffnung über U301 und U305.

Im Hilfsmaschinenflur sind die Kavernenwände massiv und wasserundurchlässig ausgeführt. Die Wände werden hier mit einem schmutz- und wasserabweisenden Anstrich versehen. Die Böden erhalten im Wesentlichen einen Verbundestrich.

Der Raum für Gefahrstoffe U309 und der Raum für Kühlwasseraufbereitung U306 werden am Boden und im Sockelbereich mit Fliesen ausgekleidet.

Das Öllager U308 und der Rohrverteilungsraum U301 erhalten eine spezielle ölabweisende Beschichtung gemäß Wasserhaushaltsgesetz.

Turbinenflur (Ebene U2), Kote 262,00 m ü. NN

Im Turbinenblock werden in den zentralen massiven Betonblock um die Turbinengrube U204 die Lasten aus Generator und Traglager der Turbineneinheit eingetragen. Angrenzend an die Montageöffnung ist unterwasserseitig der Turbine der örtliche Maschinenleitstand in U201 angeordnet. Hier befindet sich ebenfalls die Montageöffnung für das Saugrohrschütz mit zugehörigem Hebezug an der Decke. Über die Zugänge U202 und 203 ist die Turbinengrube U204 zu erreichen. Im Raum U205 sind die Hydraulikaggregate und Windkessel für den Pumpturbinenregler untergebracht. Dort befindet sich auch der Zugang für die Verbindungsleitungen der Turbinenregelung U204, der durch eine Trennwand mit Tür abgeschottet ist. Zwischen Turbinengrube und Nebenanlagenblock ist der Raum U206 für Nebenanlagen wie Kühlwasseraufbereitung, Wärmetauscher, Lagerölanlagen Kombilager, Bremsluft- und Hebeanlage sowie Bremsstaubabsaugung angeordnet.

Im Nebenanlagenblock sind im zentralen Raum U208 die Druckbehälter und Kompressoren für Blas- und Betriebsluft untergebracht. Raum U210 ist als Lager für Ausrüstungsteile vorgesehen. Der Zugang zu diesen Räumen erfolgt über den Korridor U207. Im Anschluss

an den Korridor sind direkt neben dem Treppenhaus Ost T2 die Toiletten angeordnet. Im Raum 209 befindet sich die Werkstatt mit Lagerfläche.

Lastentransport und -verteilung erfolgen von der Montageöffnung über U201 und U207.

Die Böden werden mit einem Estrich versehen. In Räumen mit Ölbeaufschlagung (U204, U205, U206, U208) erhalten die Böden eine ölabweisende Beschichtung gemäß Wasserhaushaltsgesetz.

Generatorflur (Ebene U1), Kote 267,00 m ü. NN

Im Turbinenblock ist die Generatorgrube U102 (Durchmesser circa 7,0 m) von Massivbeton umgeben, der im Deckenbereich unterhalb des Maschinenhausflurs das Auflager für den oberen Armstern bildet. Im Raum U104, zwischen Generatorgrube und Nebenanlagenblock, sind auf einem flurgleichen Doppelboden die Erregerschränke aufgestellt. Von dort existiert ein direkter Verbindungsweg in die Generatorgrube. Daran anschließend befindet sich mit flurgleichem Doppelboden im Raum U105 die 220-V DC Maschinenunterverteilung und Leittechnik. In U103 ist der Sternpunkt untergebracht. Die Generatorableitung wird nach Norden, dem Sternpunkt gegenüberliegend, aus der Generatorgrube in die Korridore U101 und U106, sowie über den Raum U101TK in Richtung Transformatorkaverne geführt. Im Korridor U101 sind die Erregertransformatoren aufgestellt.

Im Nebenanlagenblock sind außer dem Batterieraum U109 und der Generatorableitung U106 die Räume U110 für die ACg-Verteilung und Wechselrichter, U107 der NSHV und U108 für die DC-Verteilung und das DC-Ladegerät untergebracht. Unter den Räumen U107, U108, und U110 ist die Bodenplatte durchgehend um 80 cm abgesenkt und mit einem flurgleichen Doppelboden versehen, um eine vereinfachte Kabelanbindung aus dem darunterliegenden Stockwerk und eine einfache Kabelzuführung zu den elektrischen Ausrüstungskomponenten zu bewerkstelligen.

Der Lastentransport und die Verteilung erfolgen von der Montageöffnung über U101 und U106 sowie über den Lastenaufzug.

Die Böden werden mit einem Estrich versehen, sofern nicht ein Doppelboden vorhanden ist. Der Batterieraum wird am Boden und im Sockelbereich mit Fliesen mit säurebeständiger Verfüllung ausgekleidet. Vor dem Batterieraum ist in U106 ein Waschbecken mit Augendusche vorgesehen.

In U102 erhält der Boden eine ölabweisende Beschichtung gemäß Wasserhaushaltsgesetz.

Im Bereich des Kavernenteils Transformatoren ist in dieser Ebene noch die Ölauffanggrube U102TK unterhalb der Transformatorenräume angeordnet. Dieser Raum wird mit einer ölabweisenden Beschichtung gemäß Wasserhaushaltsgesetz ausgestattet.

Maschinenhausflur (Ebene E1), Kote 271,90 m ü. NN (Anlage B.V.2.17)

Der Maschinenhausflur hat eine rechteckige Brutto-Grundfläche von 18,9 m x 41,3 m und eine maximale Höhe von 17,1 m. Der Grundriss und die Bauhöhe werden vom Maschinenhauskran, dem notwendigen Platzbedarf für die Zufahrt mit LKWs und dem Montageplatz der Maschinenkomponenten bestimmt. Die Bauhöhe der Maschinenhalle (101) wird durch die Hub- und damit die Kranbahnhöhe für den Maschinenhauskran bestimmt, um die größten Maschinenkomponenten wie Generatorrotor, -stator, Turbinendeckel, Laufrad und Kugelschieber, sowie die Transformatoren entladen und montieren zu können. Für die Vormontage des Generatorrotors und des Kugelschiebers ist nur ein Montageplatz vorgesehen, der auch zur Ablage des Prüfgewichts für den Maschinenhauskran genutzt werden kann. Der Montageplatz liegt zwischen der Kavernenzufahrt und Generatorgrube.

In der Maschinenhalle sind an der südlichen Wand Betriebsräume auf zwei Ebenen angeordnet. Am westlichen Ende sind gegenüber der Zufahrt die Montageöffnung für Kugelschieber und die weiteren Ausrüstungen angeordnet. Daneben befindet sich das Treppenhaus T1. Direkt neben der Kavernenzufahrt liegen das Treppenhaus T2 und der Aufzugsschacht für den Lasten- und Personenaufzug. Durch das Treppenhaus T2 führt ein separater Ausgang in den Kavernenteil Transformatoren, so dass auch bei geschlossenem Schiebetor die Maschinenhalle verlassen werden kann. Neben dem Treppenhaus T2 befindet sich die mit einem Schiebetor verschließbare Zufahrt zur Maschinenhalle. Im Übergangsbereich von dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk zum Kavernenteil Transformatoren ist die Toranlage in einer mit Stahlbeton umringten Ausbruchsnische untergebracht.

An der südlichen Stirnwand ist der mit breiten Fenstern und bodengleichem Doppelboden ausgestattete Bedien- und Beobachtungsraum (102) angeordnet. Daran schließt sich der ebenfalls mit Doppelboden ausgestattete Raum 106 mit den Schutz- und Zäblerschränken an. Weiterhin folgen im Nebenanlagenblock die Verteilertraforäume (103), (104) sowie der Erste Hilfe Raum (105) und die Toiletten (107), (108).

Im Turbinenblock wird der mit Stirnholzpfaster belegte Boden durch die Abdeckung der Generatorgrube und die abgedeckte Montageöffnung bestimmt. Der Boden im Nebenanlagenblock sowie die Betriebsräume sind mit beschichtetem Estrich ausgegossen. Der Erste Hilfe Raum und die Sanitärräume sind gefliest.

Zwischenflur (Ebene E2), Kote +277,05 m ü. NN

Im Zwischenflur befinden sich der Leittechnik- und Fernmelderaum 201 sowie der Aufenthaltsraum 202. Der Raum 201 erhält einen flurgleichen Doppelboden. Die Ausrüstung für den Leittechnik- und Fernmelderaum 201 wird über den Lasten- und Personenaufzug A1 und durch den Aufenthaltsraum transportiert.

Die Räume dieser Ebene sind mit einem Estrich versehen. Der Aufenthaltsraum ist mit Linoleum ausgelegt.

Kranbahnflur (Ebene E3), Kote +281,40 m ü. NN

Auf dem Kranbahnflur befindet sich die offene Kranbahngalerie, die durch die Decke von 201 und 202 gebildet wird. Das Treppenhaus T1 endet unterhalb des Kranbahnflures, da der Maschinenhauskran bis Kavernenende fahren muss, so dass die Kranbahngalerie nur über das Treppenhaus T2 und den Aufzug zu erreichen ist. Im Treppenhaus T1 ist eine Steigleiter als Notabstieg vorgesehen. Die nördliche Kranbahn ist über die Kranbahngalerie und die Kranbrücke oder eine Steigleiter an der Kranbahnstütze Achse 7 erreichbar.

Über die Decke des Treppenhauses T2 wird der Kanal der Kavernenbelüftung in den Zuluftschacht geführt. Über dem Aufzugsschacht liegt der Maschineraum für den Lasten- und Personenaufzug. Dieser ist über eine Steigleiter erreichbar.

Die Böden dieser Ebene werden durch die abgezogene und geglättete Betonoberfläche gebildet. Eine zusätzliche Beschichtung ist nicht vorgesehen.

Die Kavernenfirste ist mit einer abgehängten Deckenschalung verkleidet. Sie ist begebar, um die darüber liegenden Versorgungstränge zu erreichen, und schützt die Maschinenhalle vor Tropfwasser.

Kavernenteil Transformatoren

Der Kavernenteil Transformatoren schließt im Nordosten des Kavernenteils Schwarzenbachwerk an. Der Kavernenteil Transformatoren ist 47,35 m lang und 16,5 m bzw. 18,9 m breit. Der Anschlussbereich an den Kavernenteil Schwarzenbachwerk ist breiter ausgebildet, um bauzeitlich den Baukran bis hier zu führen. Die maximale Höhe beträgt 20,45 m im Bereich der Ölauffanggrube. Der Kavernenteil Transformatoren hat eine Brutto-Grundfläche von 828,1 m² und integriert auf Höhe Maschinenhausflur (+271,90 m ü. NN) die 6 m breite Zufahrt aus dem Zufahrtsstollen.

Südlich entlang der Zufahrt 101TK sind der Raum 102TK für den Generatorleistungsschalter, die Kurzschlussstrombegrenzungs-drossel und den Phasenumkehrtrenner, der Raum 103TK für den Maschinentransformator mit Kühleinrichtung und die Räume 104TK und 105TK für

den maschinen- und netzseitigen Anfahrumrichtertransformator sowie der Raum 106TK mit dem Transformator für das direkt anschließende Murgwerk aufgereiht. Die Räume 103TK, 104TK, 105TK und 106 TK besitzen zur Zufahrt 101TK große Wandöffnungen, um die Transformatoren auf quer verlaufenden Rillenschienen einschieben zu können. Diese Wandöffnungen werden durch druckfeste Wände verschlossen. Der Boden dieser Räume wird mit einer flammenhemmenden Gitterrostabdeckung ausgeführt.

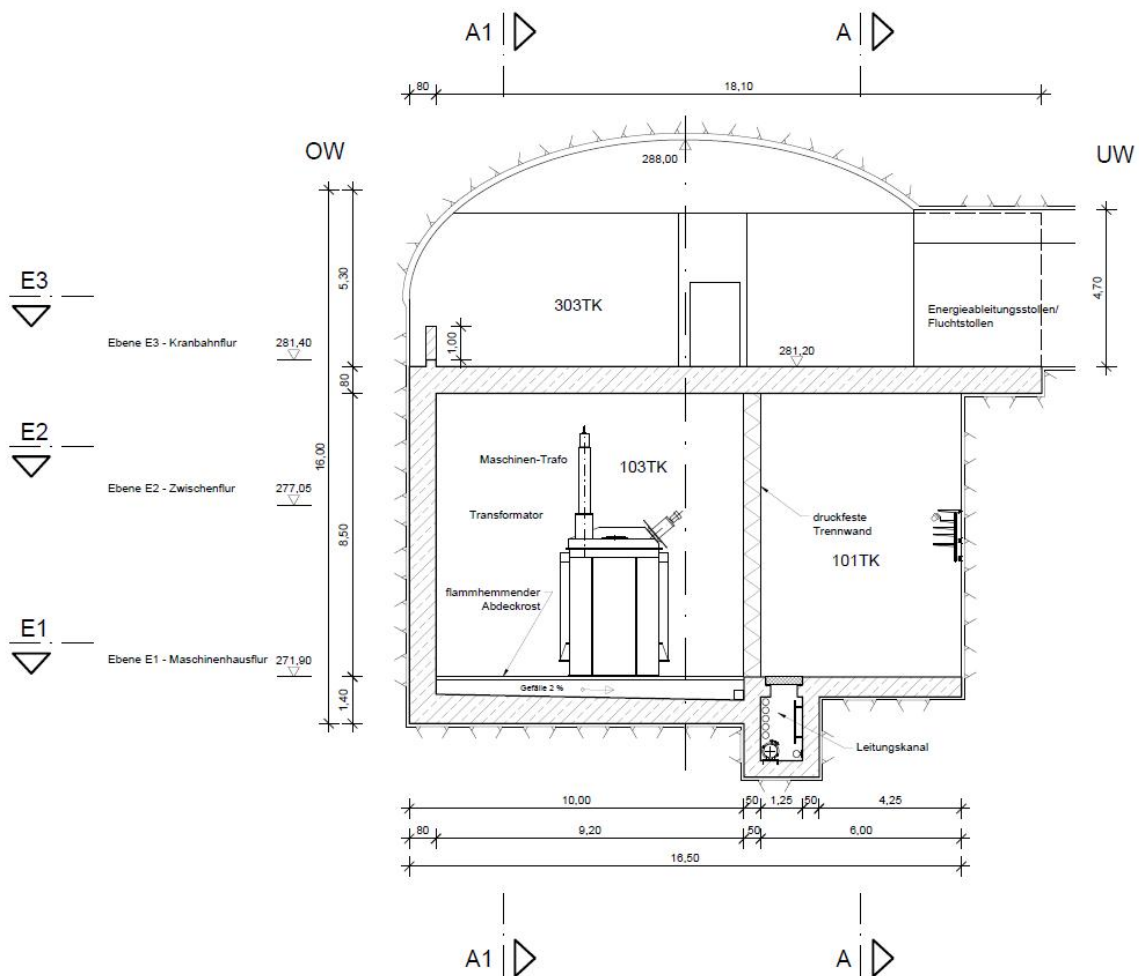


Abbildung 4: Kavernenteil Transformatoren, Querschnitt H-H (Auszug aus Anlage B.V.2.9)

Die Generatorableitung aus dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk wird über den U101TK in den Raum 102TK Phasenumkehrtrenner geführt.

Die Ölauffanggrube U102TK ist unter den Räumen der Anfahrumrichter und Transformatoren 104TK bis 106TK angeordnet, in die im Havariefall auch die Ölauffangwanne unter dem Maschinentransformator eingeleitet wird. Vom Überlauf werden im Bedarfsfall Öl, bzw.

verunreinigte Flüssigkeiten zum Koaleszenzabscheider im Kavernenteil Schwarzenbachwerk abgeleitet.

Die Ölauffangwannen und die Ölauffanggrube sind mit einer ölabweisenden Beschichtung gemäß Wasserhaushaltsgesetz versehen, damit sie im Bedarfsfall leichter gereinigt werden können und das Öl nicht in den Beton eindringen kann. Die Böden der Räume 103TK, 104TK, 105TK, 106TK und 107TK erhalten ebenfalls eine ölabweisende Beschichtung gemäß Wasserhaushaltsgesetz. Der Raum 103TK erhält zusätzlich einen flammenhemmenden Abdeckrost über dem beschichteten Boden.

In der Ebene 3 (Kranbahnflur) sind im Raum 301TK die Klima- und Lüftungszentrale sowie die Kältezentrale untergebracht. Für diesen Raum wird eine Zwischendecke über dem Zufahrtsstollen eingezogen. Zur Andienung größerer Geräteeinheiten wird in der Stirnwand zum Kavernenteil Schwarzenbachwerk eine Öffnung vorgesehen, die später ausgemauert wird.

Im Raum 302TK ist die Niederspannungsunterverteilung untergebracht. Die 10,5-kV Schaltanlage befindet sich daneben in Raum 305TK. Beide Räume erhalten einen flurgleichen Doppelboden. Der Anfahrumrichter befindet sich in Raum 304TK. Zwischen 304TK und 302TK liegen die 110-kV Kabelanschlussräume 303TK, von dem aus der Energieableitungsstollen abgeht.

Der Energieableitungsstollen dient gleichzeitig als Fluchtweg.

Vor den Räumen 303TK und 304TK ist ein Balkon ausgeführt, auf den mit einem Schwenkkran die erforderlichen Ausrüstungsgegenstände gehoben und verteilt werden können.

Im Raum 306TK ist die 6,3-kV Schaltanlage des Murgwerks mit flurgleichem Doppelboden untergebracht.

Der Zugang zu Ebene 3 des Kavernenteils Transformatoren erfolgt über das Treppenhaus T2 bzw. Aufzug A1. Als zweiter Zugang ist eine Steigleiter vorhanden, die vom Balkon auf den Zufahrtsstollen 101TK führt.

Die Bodenoberflächen erhalten einen Verbundestrich, außer in Räumen mit Doppelboden.

1.2.4.4 Unterwasserstollen Schwarzenbachwerk, Zulaufbauwerk, Messstollen

Der Unterwasserstollen Schwarzenbachwerk, das Zulaufbauwerk und der Messstollen sind in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 7: Übersicht Pläne Unterwasserstollen Kavernenteil Schwarzenbachwerk, Zulaufbauwerk und Messstollen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Unterwasserstollen Schwarzenbachwerk Unterwasserweg	B.V.3.1
Unterwasserstollen Schwarzenbachwerk Unterwasserweg	B.V.3.2
Unterwasserstollen Schwarzenbachwerk Diffusor	B.V.3.3
Unterwasserstollen Schwarzenbachwerk Verzugsbauwerk	B.V.3.4
Kavernenwasserspeicher Hauptstollen	B.V.4.10
Kavernenwasserspeicher Hauptstollen Zulaufbauwerk, Messstollen	B.V.4.12
Kavernenwasserspeicher Hauptstollen Zulaufbauwerk	B.V.4.13
Messstollen	B.V.6.12

Der Unterwasserstollen verbindet als Druckstollen die Kraftwerkskaverne mit dem Kavernenwasserspeicher. Er besteht aus einem mit 19,5 % (circa 11°) geneigten Druckstollen von circa 191 m Länge.

Nach Verlassen der Kraftwerkskaverne bleibt der Stollen 0,5 m lang im Rechteckquerschnitt, nach dieser Strecke wechselt der Querschnitt vom Rechteckquerschnitt auf das Hufeisenprofil des Regelprofils (Verzugsstrecke).

Der gesamte Unterwasserstollen wird mit einer 30 cm dicken Betonauskleidung versehen. Der Innendurchmesser für den Unterwasserstollen mit Betonauskleidung ergibt sich aus den hydraulischen Berechnungen zu 2,90 m.

Tabelle 8: Regelquerschnitte Unterwasserstollen Kavernenteil Schwarzenbachwerk, Zulaufbauwerk und Messstollen

Stollentyp	Verwendung	Auskleidungsart
Druckstollen Verzugsstrecke	Vom Saugschlauch kommender Rechteckquerschnitt und Verzugstrecke zwischen Rechteckquerschnitt und Hufeisenprofil	Betonverfüllung t=variabel mit 2 mm Kunststoff-Dichtungsbahn
Druckstollen D _i = 2,9 m	Bauzeitlich als Schutterweg für Kavernenbau Permanent als Unterwasserweg	Betonauskleidung t=300 mm
Druckstollen Diffusor	Anbindung an die Kavernenwasserspeicher	Betonauskleidung t=variabel

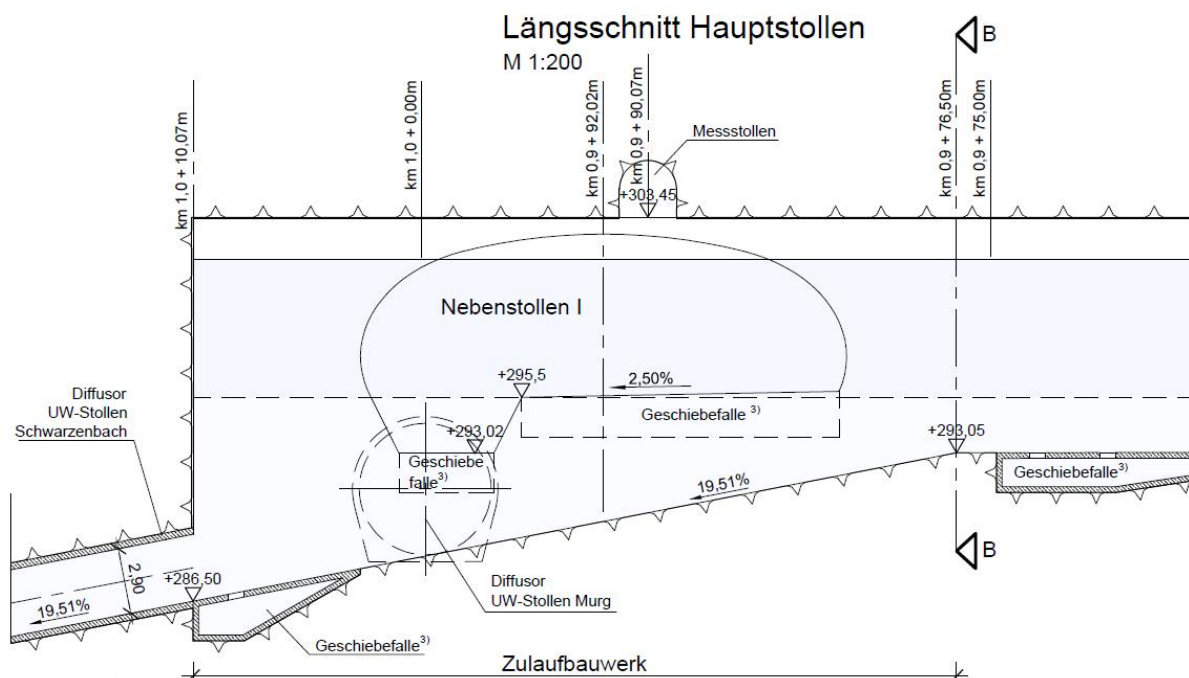


Abbildung 5: Übergang vom Unterwasserstollen Kavernenteil Schwarzenbachwerk zum Hauptstollen des Kavernenwasserspeichers (Auszug aus B.V.4.10)

Zur Gewährleistung der Einlaufüberdeckungshöhe von 6,05 m für den Unterwasserstollen Schwarzenbachwerk ist am Ende des Hauptstollens eine Absenkung des Hauptstollenquerschnitts erforderlich. Die Schachtsohle in diesem circa 34 m langen, sogenannten Zulaufbauwerk wird als Rampe mit 19,5 % Neigung ausgebildet, um die bauzeitliche Nutzung dieses Bereiches zum Auffahren des Kavernenteils Schwarzenbachwerk zu ermöglichen. Die Anordnung von Geschiebefallen schützt die Pumpe vor dem Eintrag von Fels und Spritzbeton.

Dem Unterwasserstollen und dem Zulaufbauwerk im Betriebszustand zusickerndes Bergwasser geht in das Betriebswasser ein, es bedarf keiner Ableitung.

Ein circa 71 m langer kleiner Stollen, bezeichnet als Messstollen, dient als Zugangsweg vom Energieableitungsstollen bis zur Kalotte des Zulaufbauwerks. Dort wird eine redundante Pegelmessung installiert. Aufgrund der hydraulischen Verluste im Hauptstollen des Kavernenwasserspeichers liegt am Zulaufbauwerk nicht der exakt gleiche Wasserspiegel wie im Ausgleichsbecken Forbach vor. Zur Anlagensteuerung, insbesondere beim Anfahren des Stau- und Absenkziels, ist jedoch die Kenntnis der genauen Wasserspiegellagen am Zulaufbauwerk erforderlich.

An der Seitenwand des Zulaufbauwerks werden im Schutze von Edelstahlrohren Pegelmesseinrichtungen installiert. Der Ort der Pegelmessung ist so gewählt, dass Wasserspiegelschwankungen aus dem Unterwasserstollen und dem Murgwerk sich nicht auf die Pegelmessung auswirken. Die installierte Pegelmessung ist maßgebend für den Betrieb des Kraftwerkes. Es wird eine redundante Ausführung vorgesehen, um sicherzustellen, dass der Anlagenbetrieb bei Anlaufen des Stau- oder Absenkziel rechtzeitig eingestellt wird.

Der Messtollen wird vom Energieableitungsstollen durch eine Tür abgetrennt, um Luftzug zu unterbinden.

Tabelle 9: Regelquerschnitt Messstollen

Stollentyp	Verwendung	Auskleidungsart
Messstollen	Betrieblich zur Pegelmessung	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale

Der Messstollen erhält eine bewehrte Spritzbetonauskleidung mit Ankerung nach Erfordernis.

Dem Messstollen im Betriebszustand zusickerndes Bergwasser wird in den Energieableitungsstollen und von dort zum Portalgebäude Zufahrtsstollen auf dem Gelände des RFW geführt und letztlich in das Ausgleichsbecken Forbach eingeleitet.

1.2.4.5 Kavernenwasserspeicher

Der Kavernenwasserspeicher ist in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 10: Übersicht Pläne Kavernenwasserspeicher und Hauptstollen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Kavernenwasserspeicher Nebenstollen I	B.V.4.1
Kavernenwasserspeicher Nebenstollen II	B.V.4.2
Kavernenwasserspeicher Nebenstollen III	B.V.4.3
Kavernenwasserspeicher Nebenstollen IV	B.V.4.4
Kavernenwasserspeicher Nebenstollen V	B.V.4.5
Kavernenwasserspeicher Nebenstollen VI	B.V.4.6
Kavernenwasserspeicher Nebenstollen	B.V.4.7
Kavernenwasserspeicher Nebenstollen	B.V.4.8
Kavernenwasserspeicher Hauptstollen	B.V.4.9
Kavernenwasserspeicher Hauptstollen	B.V.4.10
Kavernenwasserspeicher Hauptstollen	B.V.4.11
Kavernenwasserspeicher Hauptstollen Zulaufbauwerk, Messstollen	B.V.4.12
Kavernenwasserspeicher Hauptstollen Zulaufbauwerk	B.V.4.13

Der Kavernenwasserspeicher (nutzbares Speichervolumen 200.000 m³) stellt zusammen mit dem vorhandenen Ausgleichsbecken (nutzbares Speichervolumen 204.000 m³) das Pendelwasservolumen für den Betrieb des Schwarzenbachwerks zur Verfügung. Da Kavernenwasserspeicher und Ausgleichsbecken hydraulisch miteinander verbunden sind, verhalten sich die Wasserspiegelschwankungen analog zueinander.

Der Kavernenwasserspeicher besteht aus einem circa 946 m langen Hauptstollen, der vom Zulaufbauwerk bis zum Auslaufbauwerk in das Ausgleichsbecken Forbach führt, und sechs von ihm abzweigenden Nebenstollen (vgl. Abbildung 1).

Die Nebenstollen I bis IV mit je 340 m Länge sind nördlich des Hauptstollens und die Nebenstollen V und VI mit je 210 m Länge sind südlich des Hauptstollens angeordnet.

Die Querschnittsform, die Länge und die Anzahl der Stollen des Kavernenwasserspeichers wurden auf Basis von felsmechanischer, baubetrieblicher und hydraulischer Planung abgeleitet. Im Rahmen der Entwurfsplanung wurden die Stollen einer detaillierten felsstatischen Betrachtung unterzogen. Die wesentlichen Eingangsparameter und Berechnungsergebnisse sind in der Anlage B.VII.4 Felsbaustatik Kavernenwasserspeicher beigelegt. Die Stollen des Kavernenwasserspeichers können, bis auf lokale Erfordernis, unausgekleidet bleiben.

Der Hauptstollen weist eine konstante Längsneigung von 0,15 % und kein Quergefälle auf.

Alle sechs Nebenstollen sind ohne Längsneigung, mit einem Quergefälle von 2,5 % und einem unterhalb des Sohl-niveaus von 295,5 m ü. NN liegenden Totraumgraben angelegt. Der Totraumgraben hat eine Sohlbreite von 3,0 m und ein Längsgefälle von circa 0,7 bis 1,0 % in Richtung Hauptstollen. Die Firste der Nebenstollen verläuft konstant 1,1 m über dem Stauziel von 301,6 m ü. NN. Die gewählte Lage der Nebenstollen zur Kraftwerkskaverne ermöglicht, dass der Wasserschwerpunkt, bedingt durch die topografische Situation, näher an der Pumpturbine liegt. Die Stollenorientierung wurde auf Basis der Gebirgsgefügeauswertung so gewählt, dass die Stollenachsen die maßgebenden Hauptklufrichtungen möglichst senkrecht schneiden.

Am Ende der Nebenstollen ist jeweils ein Spülstollen angeordnet. Bei einer Entleerung des Kavernenwasserspeichers können Ablagerungen über Wasserschläuche, die über diese Spülstollen geführt sind, in Richtung Hauptstollen gespült werden.

Tabelle 11: Regelquerschnitte Kavernenwasserspeicher und Hauptstollen

Stollentyp	Verwendung	Auskleidungsart
Nebenstollen (6-fach)	Betrieblich als hydraulischer Speicher für Pumpturbinenbetrieb	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale, Fahrstreifen 3 m in Beton
Hauptstollen	Betrieblich als hydraulischer Speicher für Pumpturbinenbetrieb und hydraulische Verbindung zum Ausgleichsbecken	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale, Fahrstreifen 3 m in Beton
Spülstollen (4-fach)	Betrieblich für Auspumparbeiten von Geröll und Schlamm	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale, Fahrsohle Beton

Den Neben- und dem Hauptstollen im Endzustand zusickerndes Bergwasser geht in das Betriebswasser ein, es bedarf keiner Ableitung.

Die hydraulische Funktionsfähigkeit des Kavernenwasserspeichers wurde anhand von eindimensionalen hydraulischen Berechnungen überschlägig nachgewiesen. Aufgrund der

komplexen dreidimensionalen Strömungsvorgänge wurde die detaillierte Untersuchung mit Hilfe von hydraulischen Modellversuchen empfohlen.

Die TU Graz führte dreidimensionale numerische Berechnungen durch (siehe Antragsteil B.VIII.2). Die numerischen Untersuchungen haben die hydraulische Funktionsfähigkeit des Kavernenwasserspeichers uneingeschränkt bestätigt. Ein gewisses Optimierungspotential wurde von der TU Graz in der Ausbildung des Luftraums über dem Stauziel, des Totraums unter dem Absenkziel sowie in der Ausbildung des Zulaufbauwerks ermittelt. Das Optimierungspotential wird in den folgenden Planungsphasen planerisch umgesetzt.

1.2.4.6 Zufahrtsstollen

Der Zufahrtsstollen ist in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 12: Übersicht Pläne Zufahrtsstollen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.VI.3
Zufahrtsstollen	B.V.6.1
Zufahrtsstollen	B.V.6.4
Zufahrtsstollen Portalgebäude Zufahrtsstollen	B.V.6.7
Zufahrtsstollen Portalgebäude Zufahrtsstollen	B.V.6.8

Von dem Betriebsgelände des RFW aus führt der Zufahrtsstollen als direkter Zugangsweg zur Kraftwerkskaverne.

Der Zufahrtsstollen hat eine Länge von circa 533 m bei einem maximalen Gefälle von circa 10,7 % (oder circa 6,1°). Im Bereich des Portalgebäudes auf dem Gelände des RFW bis zur Abzweigung des Schutterstollens beträgt die Fahrbahnneigung 0 %.

Der Zufahrtsstollen dient als Transportzugang für Kraftwerksteile (Maschinenbau, Elektrotechnik, Stahlwasserbau), zur Be- und Entlüftung der Kraftwerkskaverne sowie als Fluchtweg.

Die erforderlichen Lüftungsquerschnitte sind oberhalb der Fahrbahn in der Firste angeordnet und betragen:

Zuluft Kraftwerkskaverne:	2,11 m ²
Abluft Kraftwerkskaverne/Entrauchung:	2,78 m ²
Abluft Energieableitungsstollen + Zufahrtstollen:	1,85 m ²

Die Kanäle bestehen aus Stahlbeton (d=15 cm).

Der Zufahrtstollen erhält eine Auskleidung aus bewehrtem Spritzbeton und Ankern.

Für den Zufahrtstollen wurden folgende Trassierungsparameter gewählt:

- Lichtraum Gehspur h x b : 2,20 x 1,20 m
- Gradientenneigung: horizontal und 10,7 % (befestigte Fahrbahn t=20 cm)
- minimaler Kurvenradius: 125 m (festgelegt durch den Maschinen-Transformator)
- Lichtraumprofil h x b: 5,10 x 5,00 m (gemäß Turbinendeckel/Transformator)
- maximale Querschnittsbreite: 6,0 m (bestimmt vom äußeren Durchmesser des Stator-Rahmens des Synchron-Motor-Generators)

Der Zufahrtstollen ist so dimensioniert, dass Rotor und Stator des Generators in montiertem Zustand durch den Zufahrtstollen transportiert werden können.

Im Endzustand dem Zufahrtstollen zusickerndes Bergwasser wird über Entwässerungsmulden und Rohrleitungen in den Kavernenteil Schwarzenbachwerk abgeleitet und dort über den Koaleszenzabscheider geführt, bevor es in den Pumpensumpf eingeleitet wird. Von dort wird es über die Entwässerungsleitung DN 450 zum Portalgebäude des Zufahrtstollens und in das Ausgleichsbecken Forbach gepumpt.

Tabelle 13: Regelquerschnitt Zufahrtstollen

Stollentyp	Verwendung	Auskleidungsart
Zufahrtstollen	Bauzeitlich als Schuttweg für Kavernenbau Permanent als Transportzugang für Kraftwerksteile (Maschinenbau, Elektrotechnik, Stahlwasserbau) und Zugang/Zufahrt Permanent als Fluchtstollen Permanent für die Kavernenlüftung	Betonzwischenendecke mit Betontrennwänden Spritzbetoninnenschale t=100 mm in den Bereichen mit Abdichtung, sonst ohne Abdichtung im Bereich mit 0 % Längsneigung, sonst optional Fahrsohle Beton 20 cm

Die Ableitung von anfallenden Wasserzutritten in den Lüftungskanälen erfolgt in dem Bereich, in welchem der Zufahrtsstollen ein Längsgefälle aufweist, gravitativ bis zur Fassung in der Kraftwerkskaverne und wird dort dem Ölabscheider zugeführt. In den Tunnelbereichen ohne Längsgefälle ist hingegen optional je nach Wasserandrang das Tunnelgewölbe durch eine Spritzbetoninnenschale (Spritzbeton $t=10\text{ cm}$ + 1 Lage Baustahlgitter Q257A) mit Kunststoffdichtungsbahn ($t=3\text{ mm}$) und Schutzvlies abzudichten.

1.2.4.7 Energieableitungsstollen

Der Energieableitungsstollen ist in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 14: Übersicht Pläne Energieableitungsstollen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Energieableitungsstollen Unterstufe	B.V.7.1
Energieableitungsstollen	B.V.7.2
Energieableitungsstollen Oberstufe/Unterstufe	B.V.7.3

Die Energieableitung verläuft vom Kavernenteil Transformatoren bis zum Betriebsgelände des RFW. Der Energieableitungsstollen besteht aus den zwei folgenden Stollenabschnitten mit unterschiedlichen Regelquerschnitten:

- Energieableitungsstollen Unterstufe: vom Kavernenteil Transformatoren bis zur Zusammenführung mit dem Energieableitungsstollen Oberstufe/Unterstufe bei Nachzug der Oberstufe, Länge circa 354 m,
- Energieableitungsstollen Oberstufe/Unterstufe: von der Abzweigung Energieableitungsstollen Unterstufe bis zur Zusammenführung mit dem Zufahrtsstollen, Länge circa 234 m.

Der Energieableitungsstollen Oberstufe für einen möglichen Nachzug der Oberstufe nach der Zusammenführung circa 35 m ausgebaut. Dadurch ergeben sich baulogistische Vorteile für die Unterstufe, z. B. zusätzlicher Raum für Baugeräte, sowie weitere Vorteile im Rahmen einer tatsächlichen Ausführung der Oberstufe.

Nach der Zusammenführung des Energieableitungsstollens Oberstufe/Unterstufe mit dem Zufahrtsstollen verläuft die Energieableitung über eine Länge von circa 100 m in einem Kabelgang unter der Sohle des Zufahrtsstollens (vgl. Anlage B.V.6.1). Dieser Kabelgang führt

vom Portalgebäude des Zufahrtsstollens unterirdisch (begehbare Kabelkanal Neubau) hinaus zum bestehenden begehbaren Kabelkanal des RFW (vgl. Anlage B.V.6.7). Der bestehende begehbare Kabelkanal verbindet das jetzige Krafthaus mit dem Hochspannungsgebäude, an dem auch die 110-kV Freileitung anbindet.

Im Energieableitungsstollen (Unterstufe und Oberstufe/Unterstufe) erfolgt die Kabelführung über Kabeltrassen an der Stollenwand. Nach der Zusammenführung des Energieableitungsstollens Oberstufe/Unterstufe mit dem Zufahrtsstollen bis zur Einmündung in den bestehenden begehbaren Kabelkanal am RFW-Gelände erfolgt die Kabelführung wegen der brandschutztechnischen Anforderung der Kabelabschottung in den begehbaren Kabelkanal unter dem Zufahrtsstollen.

Der Energieableitungsstollen hat mehrere Funktionen:

- Aufnahme der Energieableitungskabel von Schwarzenbachwerk und Murgwerk zum RFW
- zweiter, unabhängiger Fluchtweg aus der Kraftwerkskaverne in den Zufahrtsstollen (Schleuse angeordnet)
- Zugang zum Messstollen zur Pegelmessung in dem Zulaufbauwerk

Das Lichtraumprofil und die Trassierungsparameter wurden aus baubetrieblichen und betrieblichen Anforderungen wie folgt gewählt:

Energieableitungsstollen Oberstufe/Unterstufe:

Befahrbar (nur Elektrofahrzeuge erlaubt)

Regelquerschnitt: $b_{\max} \times h_{\max} = 4,4 \times 4,15 \text{ m}$

Lichtraum für Fahrspur $b \times h = 2,80 \times 2,50 \text{ m}$

Lichtraum für Gehspur $b \times h = 0,70 \times 2,20 \text{ m}$

Lichtraum für Kabeltassen $b \times h = 0,85 \times h_{\text{eff}} \text{ m}$

Gradientenneigung: maximal 6,1 %

Betonfahrbahn (Füllbeton): i. M. 10 cm

Energieableitungsstollen Unterstufe:

- keine Befahrbarkeit erforderlich (kurzer Stollen)
- Regelquerschnitt: $b_{\max} \times h_{\max} = 3,4 \times 4,7 \text{ m}$
- Lichtraum für Gehspur $b \times h = 0,70 \times 2,20 \text{ m}$
- Lichtraum für Kabeltassen $b \times h = 0,85 \times h_{\text{eff}} \text{ m}$
- Gradientenneigung: 9,5 %
- nicht befahrbarer Stollen

Tabelle 15: Regelquerschnitt Energieableitungsstollen

Stollentyp	Verwendung	Auskleidungsart
Energieableitungsstollen (EAbS)	Bauzeitlich als Schutterweg für Kavernenbau Permanent als Zufahrt/Zugang zur Kraftwerkskaverne Permanent als Fluchtstollen Permanent für die Kavernenlüftung	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale Fahrsohle Beton 10 cm in EAbS Oberstufe/Unterstufe

Im Endzustand dem Energieableitungsstollen zusickerndes Bergwasser wird zum Portalgebäude Zufahrtstollen auf dem Gelände des RFW geführt und wird von dort in das Ausgleichsbecken Forbach eingeleitet. Der Energieableitungsstollen ist nur für die Befahrung mit Elektrofahrzeugen zugelassen. Eine Verunreinigung des zusickernden Bergwassers mit Kraftstoff (Öl und Benzin) kann daher ausgeschlossen werden.

1.2.4.8 Schutter- und Hilfsstollen

Die Schutter- und Hilfsstollen sind in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 16: Übersicht Pläne Schutter- und Hilfsstollen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Schutterstollen	B.V.6.9
Hilfsstollen Schwarzenbachwerk	B.V.6.11
Schutter- und Hilfsstollen	B.V.6.13
Schutterstollen Portal/Voreinschnitt	B.V.6.14
Hilfsstollen Wasserschloss Schwarzenbachwerk Bautechnischer Längsschnitt	B.V.6.16

Der Abtransport des anfallenden Ausbruchmaterials erfolgt zu Beginn der Ausbrucharbeiten über den Zufahrtstollen und das Gelände des RFW. Nach Fertigstellung des Schutterstollens, der das Stollensystem mit dem Parkplatz an der B462 verbindet, erfolgt der Abtransport wie folgt:

- Schutterstollen - Zufahrtstollen:
Vom Parkplatz an der B462 bis zum Zufahrtstollen,

Funktion: zur Entlastung des RFW-Geländes im Bauzustand, Länge circa 159 m, Nachnutzung als Lüftungs- beziehungsweise Fluchtstollen im Endzustand.

- Schutterstollen - Nebenstollen:

Verlängerung des Schutterstollens - Zufahrtsstollen bis zum Nebenstollen V, Funktion: zum Auffahren des Kavernenwasserspeichers, Länge circa 101 m, Nachnutzung als direkte Zufahrt zum Kavernenwasserspeicher ab RFW-Gelände. Das Schutterstollenvolumen kann permanent bewirtschaftet werden.

Für den Bau des Kavernenwasserspeichers und des Stollensystems sind zur bauzeitlichen Erschließung und zur Optimierung der Bauabläufe weitere Hilfsstollen notwendig. Deren finale Anlage und Trassierung wird sich erst aus dem tatsächlichen Auffahrkonzept des Bauunternehmers ergeben, sie sind damit in ihrer Lage veränderlich. Im Endzustand haben diese Stollen keine Funktion. Nachstehend wird der Planungsstand des Genehmigungsprojekts beschrieben.

Vor dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk zweigt vom Unterwasserstollen ein circa 46 m kurzer Stollen, bezeichnet als Hilfsstollen, zum Oberwasserstollen (25 m neben dem Fuß des Oberwasserschachtes) ab. Dieser dient zum Auffahren des Oberwasserschachtes (raise boring). Er ist erforderlich, um die Bauherstellung von Kraftwerkskaverne und Druckschacht/-stollen zu entkoppeln.

Vom Zugangsstollen Schwarzenbachwerk zweigt ein Hilfsstollen ab, der eine Verbindung zum Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk herstellt. Damit kann für die Bauarbeiten zum Anschluss des Oberwasserstollens an das Wasserschloss die Drosselklappenkammer umgangen werden.

Schutter- und Hilfsstollen haben denselben Regelquerschnitt.

Hilfsstollen werden nach Abschluss der Baumaßnahme verfüllt und verplombt.

Tabelle 17: Regelquerschnitte Schutter- und Hilfsstollen

Stollentyp	Verwendung	Auskleidungsart
Schutterstollen-Zufahrtsstollen	Bauzeitlich als Schutterweg zur Entlastung des RFW-Geländes Permanent als Fluchtstollen und für die Kavernenlüftung	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale, nach Wahl AN-BAU Betonfahrbahn 10 cm
Schutterstollen-Nebenstollen	Bauzeitlich als Schutterweg zum Auffahren der Kavernenwasserspeicher Permanent als Zufahrt zu den Kavernenwasserspeichern und als Speichervolumen	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale, nach Wahl AN-BAU Betonfahrbahn 10 cm
2 Hilfsstollen	Bauzeitlich als Schutterweg zum Auffahren des Druckschachtes und -stollens sowie zur Anbindung des Oberwasserstollen an das Wasserschloss (zur Disposition des AN Bau)	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale

Der Schutterstollen erhält eine Auskleidung aus bewehrtem Spritzbeton und Ankern. Dem Schutterstollen im Endzustand zusickerndes Bergwasser geht in das Betriebswasser ein, es bedarf keiner Ableitung.

Der Voreinschnitt des Schutterstollens liegt auf circa 330 m ü. NN im Bereich des Parkplatzes an der B462. Die Böschungsneigungen im Portalbereich werden in Abhängigkeit von der angetroffenen Geologie im Endzustand wie folgt definiert:

Fels - Neigung 5:1, Boden - Neigung 2:3.

1.2.5 Portal Zugangsstollen Schwarzenbachwerk

Das Portal Zugangsstollen Schwarzenbachwerk ist im folgenden Plan dargestellt:

Tabelle 18: Übersicht Pläne Portal Zugangsstollen Schwarzenbachwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Zugangsstollen Schwarzenbachwerk Portal/Voreinschnitt	B.V.6.6

Das Portal liegt an einem bestehenden Forstweg (Wurzelbergweg, vgl. B.V.10.1).

Das Portal ist ein eingeschütteter Tunnelquerschnitt (Regelprofil wie bergmännische Bauweise). Es wird in einem Voreinschnitt auf circa 606 m ü. NN hergestellt. Der Zugangsstollen wird im Endzustand durch ein Stahltor verschlossen.

1.2.6 Portalgebäude Zufahrtsstollen

Das Portalgebäude Zufahrtsstollen ist in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 19: Übersicht Pläne Portalgebäude Zufahrtsstollen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Zufahrtsstollen Portalgebäude Zufahrtsstollen	B.V.6.7
Zufahrtsstollen Portalgebäude Zufahrtsstollen	B.V.6.8

Das Portalgebäude des Zufahrtsstollens liegt auf dem Gelände des RFW.

Das Portalgebäude besteht aus einem Gebäude und anschließendem unterirdischen begehbaren Kabelkanal. Es erfüllt mehrere Funktionen:

- Verschluss der untertägigen Anlage (Zufahrtsstollen, beziehungsweise dessen Entlüftungsstollen) für Betriebsfremde und gegen Witterung
- Aufnahme der Lüfter für die Be- und Entlüftung der Kraftwerkskaverne
- Aufnahme von funktionell erforderlichen Räumen für Kraftwerkbetrieb und Lüftungstechnik (DC-Anlage, Niederspannung, Mittelspannung, betriebliche Transformatoren, Prozessleittechnik)

Das Portalgebäude ist als eingeschüttetes Stahlbeton-Gebäude mit Flachgründung und aufgeständerten Doppelböden in den Elektro-Räumen geplant. Zu- und Abluft strömen durch Lamellenverschlüsse in der Decke ein beziehungsweise aus.

Das Portalgebäude wird in einem Voreinschnitt auf circa 607 m ü. NN hergestellt.

Vom Portalgebäude Zufahrtsstollen mündet ein neu anzulegender begehbbarer Kabelkanal (Kollektorgang) in den bestehenden begehbaren Kollektorgang am Werksgelände des RFW. Es ist mit einem absperrbaren Doppelflügel-Stahltor verschlossen.

1.2.7 Portal Schutterstollen

Das Portal Schutterstollen ist im folgenden Plan dargestellt:

Tabelle 20: Übersicht Pläne Portal Schutterstollen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Schutterstollen Portal/Voreinschnitt	B.V.6.14

Das Portal liegt am bestehenden Parkplatz B462.

Das Portal ist ein kurzer freistehender Tunnelquerschnitt (Regelprofil wie bergmännische Bauweise).

Es wird in einem Voreinschnitt auf circa 330 m ü. NN hergestellt.

Der Schutterstollen wird im Endzustand durch ein Stahltor im Portal verschlossen.

1.2.8 Auslaufbauwerk im Ausgleichsbecken Forbach

Das Auslaufbauwerk ist in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 21: Übersicht Pläne Auslaufbauwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Auslaufbauwerk	B.V.5.1

Das Auslaufbauwerk liegt am linken Ufer des Ausgleichsbeckens Forbach circa 25 m oberstrom der Wehranlage. Es stellt die Verbindung zwischen dem Kavernenwasserspeicher und dem bestehenden Ausgleichsbecken dar.

Das Auslaufbauwerk besteht aus einem leicht gebogenen Stahlbetonbauwerk mit einer Gesamtlänge von circa 40 m im direkten Anschluss an den Hauptstollen des Kavernenwasserspeichers.

Am Ende des Auslaufbauwerks ist ein Rechen angeordnet, dessen Mindestbreite sich aus den hydraulischen Bemessungen mit 7,0 m ergibt. Aus Gründen des Fischschutzes ist dabei die Strömungsgeschwindigkeit am Rechen des Auslaufbauwerks des

Kavernenwasserspeichers auf maximal 0,5 m/s normal zur Rechenebene begrenzt. Der lichte Abstand zwischen den Rechenstäben ist mit 20 mm vorgesehen.

Die Einhaltung der maximalen Anströmgeschwindigkeit bei verschiedenen Betriebszuständen und Wasserspiegellagen wurde von der TU Graz überprüft (Anlage B.VIII.2).

Der Rechen wird mit einer automatischen Rechenreinigung freigehalten. Rechengut wird aus dem Wasser entnommen und in einem Rechengutcontainer gefördert. Das Rechengut kann von dort aufgenommen, abtransportiert und ordnungsgemäß entsorgt werden.

Im Auslaufbauwerk ist eine Dammbalkennische vorgesehen. Mit Hilfe der Dammbalken kann der Kavernenwasserspeicher vom Auslaufbauwerk abgetrennt werden. Damit kann z. B. das Niederdruckkraftwerk bei gefülltem Ausgleichsbecken weiterbetrieben werden, während der Kavernenwasserspeicher zu Revisionszwecken entleert wird.

Das Bauwerk liegt mit seiner höchstgelegenen Bauwerkskante (+304,4 m ü. NN) 1,8 m über dem maximalen Stauziel von 301,6 m ü. NN.

Die Sohlkote des Auslaufbauwerks am Auslauf (Rechen) beträgt 294,5 m ü. NN. Die Schwellenhöhe zum Seegrund beträgt circa 0 m-0,5 m nach den vorliegenden Vermessungsunterlagen. Um den Einzug von am Grund schwimmenden Treibzeug zu vermeiden, ist vor dem Einlauf eine Geschiebeleitwand mit Höhe bis zum Absenkziel von 295,5 m ü. NN vorgesehen.

Die Sohlhöhen des Ausgleichsbeckens im Bereich des Auslaufbauwerks wurden den Planunterlagen aus der Bauzeit [Q37] sowie einer Vermessung des Ausgleichsbeckens aus dem Jahre 1969/70 [Q38] entnommen und zeigen nahezu übereinstimmend eine Höhenlage der Sohle von etwa 294,0 bis 294,5 m ü. NN. Diese Höhenlage ist insofern plausibel, da nach den vorliegenden Bestandsunterlagen der Wehranlage Forbach [Q39] die Wehrschwelle des linken Wehrfeldes ebenfalls bei 294,50 m ü. NN liegt. Es kann angenommen werden, dass bei jeder Öffnung des Unterschützes mögliche Ablagerung auf der Sohle des Ausgleichsbeckens wieder entfernt und in das Unterwasser transportiert werden.

1.2.9 Ausgleichsbecken Forbach

Das Ausgleichsbecken bleibt unverändert und wird zusammen mit dem Kavernenwasserspeicher zwischen den genehmigten Wasserspiegellagen 301,6 m ü. NN

und 295,5 m ü. NN betrieben. Das nutzbare Volumen des Ausgleichsbeckens beträgt 204.000 m³.

Maßnahmen zur Herstellung einer ökologischen Durchgängigkeit des Ausgleichsbeckens sind nicht Gegenstand dieses Planfeststellungsantrags. Sie werden von der EnBW in einem gesonderten Verfahren beantragt.

Aus dem Projekt ergeben sich keinerlei Auswirkungen auf die Wehranlage oder das Niederdruckkraftwerk, da die maximalen und minimalen Wasserspiegellagen des Ausgleichsbeckens unverändert bleiben.

Die gesicherte Ableitung von Hochwässern über die bestehende Wehranlage Forbach wird durch das Vorhaben nicht beeinträchtigt.

Die Betriebsstraße zum RFW entlang des Ausgleichsbeckens unterliegt den Belastungen des Baustellenverkehrs. Die Bogenbrücken der Zufahrt werden im Vorfeld dahingehend überprüft, ob sie für diese Belastungen geeignet oder ggf. Verstärkungen vorzusehen sind.

1.2.10 Berücksichtigung der Anforderungen der DIN 19 700, Teil 14: 2004-07 in der Planung des Kavernenwasserspeichers in Verbund mit dem bestehenden Ausgleichsbecken

Die nachfolgende Nummerierung nimmt auf die Nummerierung der DIN 19700-14: 2004-07 Bezug. Die Berücksichtigung bzw. Umsetzung der Anforderungen der DIN 19700-14, soweit zutreffend, sind nachstehend erläutert. Auf Festlegungen der DIN, die aufgrund der Gegebenheiten keinen Bezug zum neuen Unterbecken haben (z.B. Aussagen zu Oberbecken, Dichtungen etc.), wird nicht eingegangen.

Nr. 3 Allgemeines

Das Unterbecken der neuen Unterstufe, bestehend aus dem Kavernenwasserspeicher und dem Ausgleichbecken, kann wie folgt eingestuft werden.

- a) Pumpspeicherbecken mit natürlichem Zufluss
- b) Pumpspeicherbecken in fließendem Gewässer, Aufstau durch Staustufe nach DIN 19700-13
- c) Unterbecken, in dem das Wasser nach dem Turbinenbetrieb zwischengespeichert wird
- d) Unterbecken, dessen Betrieb durch den Pumpspeicherbetrieb bestimmt wird
- e) Tagesspeicher

Nr.4 Hydrologie und Wasserwirtschaft

Die hydrologischen Bestimmungsgrößen des bestehenden Ausgleichsbeckens werden durch die Erweiterung durch den Kavernenwasserspeicher nicht beeinflusst. Der Nachweis, dass

das Ausgleichsbecken die Anforderungen der DIN 19700-10 bzw. 19700-13 erfüllt, wurde zuletzt 2017 geführt (EnBW AG: Niederdruckwerk Forbach; Sicherheitsbericht Teil A – Allgemeine Angaben; 5/2017).

Durch den künftigen Pumpspeicherbetrieb ergeben sich keine Veränderungen auf den Unterlauf der Murg. Die Abgabe aus dem Ausgleichsbecken in den Unterlauf wird auch weiterhin in Abhängigkeit vom Zulauf der Murg in Kirschbaumwasen und entsprechenden den vorhanden wasserrechtlichen Genehmigungen geregelt.

Durch den Betrieb der Pumpen des Pumpspeicherwerkes besteht die Möglichkeit Hochwasserzuflüsse zu verlagern (z.B. Hochpumpen von Wasser aus dem Ausgleichsbecken Forbach in die Schwarzenbachtalsperre) und die Hochwasserabflüsse im Unterlauf des Beckens dadurch zu verringern. Das aktuelle Schwarzenbachwerk kann maximal 7,5 m³/s aus der Murg in die Schwarzenbachtalsperre hochpumpen und 16,67 m³/s über die Turbinen aus der Schwarzenbachtalsperre entnehmen. Zukünftig kann das neue Pumpspeicherwerk bis zu 11,3 m³/s in die Schwarzenbachtalsperre hochpumpen, der Turbinendurchfluss bleibt mit ca. 16,3 m³/s unverändert. Eine Auswirkung auf die Hochwasserabfuhr hat dies nicht, solange nicht bei einem Bemessungs- bzw. Extremhochwasser an der Schwarzenbachtalsperre noch zusätzlich Wasser hochgepumpt wird.

Der Einlauf in den Kavernenwasserspeicher ist mit einer Schwelle gegenüber dem Ausgleichsbecken angeordnet, um den Eintrag von Geschiebe aus der Murg zu vermeiden. Dennoch können z.B. aus der Schwarzenbachtalsperre Feststoffe in den Kavernenwasserspeicher eingetragen werden und sich zu Ablagerungen anhäufen. Wenn die Ablagerungen den Pumpspeicherbetrieb z.B. durch Verminderung des nutzbaren Speichereinhaltes beeinträchtigen, müssen die Ablagerungen mechanisch aufgenommen und aus dem Kavernenwasserspeicher entfernt werden.

Ablagerungen im Ausgleichsbecken können durch Öffnen der Wehrverschlüsse in das Unterwasser weitertransportiert werden.

Nr. 5 Absperrbauwerke und Sohlendichtungen

Nr. 5.1 Absperrbauwerke

Das Absperrbauwerk des Unterbeckens stellt die bestehende Wehranlage Forbach dar (Staustufe nach DIN 19700-13). Die Wehranlage und die Böschungen im Ausgleichsbecken unterliegen auch im jetzigen Betrieb aufgrund der Bewirtschaftung des Ausgleichsbecken schnellen Wasserspiegelschwankungen und haben im Laufe der 100-jährigen Betriebszeit bewiesen, dass sie in der Lage sind, diese schadlos aufzunehmen. Durch die Verbindung des Ausgleichsbeckens mit dem Kavernenwasserspeicher entsteht ein Becken mit dem 2-fachen Volumen gegenüber dem Istzustand bei gleichen Zu- und Abflussmengen. Die Wasserspiegelschwankungen werden sich daher zukünftig gegenüber dem bestehenden Zustand verlangsamen.

Nr. 5.2 Speicherbecken

Der Kavernenwasserspeicher kommt vollständig im Granit zu liegen. Die Felswandungen sind für die schnellen und häufigen Wasserspiegelschwankungen dauerhaft geeignet. Erosionen sind nicht zu erwarten.

Nr. 5.3 Dichtungen und Entwässerungssystem

Sowohl das bestehende Ausgleichsbecken als auch der Kavernenwasserspeicher liegen im Granitgebirge. Eine Abdichtung der Becken und die Anordnung von Entwässerungssystemen sind aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeit des Granits nicht erforderlich.

Nr. 6 Sicherheitsnachweise

Nr. 6.1 Allgemeines

Die Erweiterung des Ausgleichsbecken durch den Kavernenwasserspeicher ist unter Berücksichtigung der einschlägigen Vorschriften, insbesondere der DIN 19700 und DIN 19702 erfolgt.

Nr. 6.2 Besonderheiten

Der Nachweis der Tragsicherheit der Wehranlage ist gegeben (vgl. (EnBW AG: Niederdruckwerk Forbach; Sicherheitsbericht Teil A – Allgemeine Angaben; 5/2017). Durch die Erweiterung des Ausgleichsbecken mit dem Kavernenwasserspeicher ergeben sich keine nachteiligen Veränderungen der Einwirkungen auf die Stauanlage, insbesondere, da sich die Stau- und Absenkziele nicht ändern.

Abdichtungen der Becken sind nicht vorhanden und auch nicht erforderlich.

Die exponierte Lage und die daraus resultierenden Anforderungen an die Baustoffe werden im Rahmen der Ausführungsplanung berücksichtigt, wo zutreffend (z.B. am Auslaufbauwerk). Es ist zu berücksichtigen, dass der Kavernenwasserspeicher vollständig untertage angeordnet ist und aufgrund der Bergtemperatur keinen Frost-Tau Wechseln unterliegt.

Nr.7 Planungsgrundsätze

Nr. 7.1 Einbindung in die natürliche Umgebung

Durch die unterirdische Anordnung des Kavernenwasserspeichers wurde eine Einbindung in die Umgebung nahezu ohne Auswirkungen auf diese erreicht. Lediglich das Auslaufbauwerk ist sichtbar.

Nr. 7.2 Anforderungen aus dem Betrieb

Das Auslaufbauwerk wurde unter Berücksichtigung der Durchströmung in beide Richtungen konzipiert.

Die Wehranlage Forbach verfügt über eine Grundablassöffnung mit deren Hilfe das Ausgleichsbecken vollständig und der Kavernenwasserspeicher bis auf ein geringes Totvolumen entleert werden können. Das Totvolumen im Kavernenwasserspeicher kann mit Hilfe der Entwässerungspumpen in der Kraftwerkskaverne entleert und in die Murg gepumpt werden.

Der Stauspiegel im Unterbecken wird durch zwei redundante Messsysteme erfasst. Bei Erreichen des Stauziels werden die Turbinen automatisch abgestellt, um ein Überschreiten des Stauziels auszuschließen.

Die Stauspiegelmessung erfolgt über den gesamten Betriebsbereich. Bei Erreichen des Absenkeziels im Unterbecken erfolgt die automatische Unterbrechung des Pumpbetriebes.

In beiden Fällen, Annäherung an Stau- bzw. Absenkeziel erfolgt eine Vorwarnung, so dass das Betriebspersonal den Betrieb der Pumpe bzw. Turbine geordnet herunterfahren kann, bevor die automatische Zwangsabstellung ausgelöst wird.

Die beiden redundanten Stauspiegelmesssysteme sind im Zulaufbecken angeordnet und über den Messstollen jederzeit zugänglich.

Die bestehende Hochwasserentlastung an der Wehranlage Forbach ermöglicht die Abgabe großer Abflüsse an das Unterwasser auch bei niedrigen Wasserspiegellagen und schränkt daher den Betrieb des Pumpspeicherwerkes bei kleinen und mittleren Hochwässern nicht ein.

Nr. 7.3 Messeinrichtungen

Die Stauspiegelmesssysteme zeichnen die Wasserstände im Unterbecken kontinuierlich auf. Zusätzlich wird eine Pegellatte im Zulaufbauwerk installiert.

Eine weitere Pegellatte ist im Ausgleichsbecken vorhanden.

Eine Niederschlagsmessstation ist im Bereich der Schwarzenbachtalsperre bereits vorhanden und wird auch weiterhin betrieben.

Nr. 8 Betrieb

Der Betrieb der Neuen Unterstufe ist als frei einsetzbares Regel- und Reservekraftwerk vorgesehen.

Hochwasserzuflüsse können im Bedarfsfall teilweise mit Hilfe der Pumpe in das Oberbecken verlagert werden.

Die mögliche Beeinträchtigung der Gewässergüte durch den Pumpspeicherbetrieb wird im Rahmen der Umweltstudien behandelt.

Nr. 9 Überwachung

Die planerischen Vorkehrungen für eine Überwachung nach den Festlegungen der DIN 19700 sind gegeben.

Nr. 10 Stauanlagenbuch

Das Stauanlagenbuch ist durch den Betreiber zu führen.

1.3 Übersicht der baulichen Anlagenkomponenten des Murgwerks

Das neue Murgwerk besteht aus folgenden wesentlichen Bauwerkskomponenten.

- Sammelbecken Kirschbaumwasen mit Entnahmebecken und Klärkammern (Bestand)

- Murgstollen vom Sammelbecken Kirschbaumwasen bis zum Wasserschloss I (Bestand)
- Wasserschloss I (Bestand)
- Oberwasserstollen vom Wasserschloss I zum Kavernenteil Murgwerk mit Drosselklappenkammer (neu)
- Zugangsstollen Murgwerk mit Portal (neu)
- Kavernenteil Murgwerk in Verlängerung des Kavernenteils Schwarzenbachwerk und des Kavernenteils Transformatoren (neu)
- Unterwasserstollen vom Kavernenteil Murgwerk zum Zulaufbauwerk (neu)

Das neue Murgwerk nutzt weitgehend die Infrastruktur des neuen Schwarzenbachwerks, insbesondere des Kavernenteils Schwarzenbachwerk und des Kavernenteils Transformatoren. Der Unterwasserstollen des Murgwerks mündet im Zulaufbauwerk in den Kavernenwasserspeicher des Schwarzenbachwerks.

1.3.1 Sammelbecken Kirschbaumwasen mit Entnahmebecken und Klärkammern

Das bestehende Sammelbecken Kirschbaumwasen wird innerhalb seiner genehmigten Wasserspiegellagen von 447,00 m ü. NN und 439,50 m ü. NN betrieben. Das nutzbare Speichervolumen von 325.000 m³ dient als Tagesspeicher und ermöglicht eine bedarfsgesteuerte Energieerzeugung.

Durch das Projekt ergeben sich keinerlei Auswirkungen auf die Wehranlage oder die Hochwasserentlastung.

Am Einlaufbecken werden im Zusammenhang mit dem von der EnBW in einem separaten Verfahren beantragten Bau eines Fischaufstiegs Sanierungsmaßnahmen durchgeführt.

Nach den langjährigen Betriebserfahrungen treten keine Probleme mit Sandeintrag auf, sofern der Betrieb bei Hochwasserabflüssen eingestellt wird. Maßnahmen an den Klärkammern sind deshalb nicht vorgesehen.

1.3.2 Murgstollen und Wasserschloss I

Der vorhandene Murgstollen vom Sammelbecken Kirschbaumwasen bis zum Wasserschloss wird unverändert weiter genutzt.

Tabelle 22: Übersicht Pläne Wasserschloss I

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Oberwasserstollen Murgwerk Anbindung Wasserschloss	B.V.8.5

Das Wasserschloss I ist circa 30 m tief. Der Innendurchmesser beträgt im unteren Bereich 12,0 m, im mittleren und oberen Bereich 15,0 m.

Die Leistungsfähigkeit des Wasserschlosses wurde durch hydraulische Berechnungen in Form einer Transientenanalyse überprüft. Zur Dämpfung der Wasserspiegelschwankungen im Wasserschloss und Erhöhung der betrieblichen Flexibilität bei Wasserspiegellagen nahe dem Stauziel oder Absenkziel wird eine Drossel in das Wasserschloss eingebaut. Die Drossel wird als Stahlteil ausgeführt und mit Beton hinterfüllt.

Bei Wasserspiegellagen nahe des Absenkziels im Sammelbecken Kirschbaumwasen ist ein Absinken des Wasserspiegels unter die Stollenfirste des Murgstollens wahrscheinlich. Die begrenzte hydraulische Leistungsfähigkeit des Murgwasserweges bei niedrigen Wasserständen im Sammelbecken Kirschbaumwasen ist jedoch eine bekannte Limitierung, die auch im jetzigen Kraftwerksbetrieb durch Betriebseinschränkungen beherrscht wird. Aufgrund der verringerten Ausbauwassermenge des neuen Murgwerks ergibt sich zukünftig eine Verbesserung der hydraulischen Situation.

Die Anbindung des neuen Oberwasserstollens (siehe Kapitel. 1.3.3.2) an das bestehende Wasserschloss I erfolgt ohne Diffusor.

Der Vortrieb des Oberwasserstollens erfolgt im Schutz eines vorausseilenden Spießschirmes. Die mögliche Vorgehensweise zur Anbindung des neuen Oberwasserstollens an das Wasserschloss ist im Kapitel 1.7.2.5 näher erläutert.

Der Abgang zum Wasserweg des bestehenden Murgwerks wird mit einer Betonplombe verschlossen.

Im Wasserschloss I werden Maßnahmen zur Betonsanierung durchgeführt.

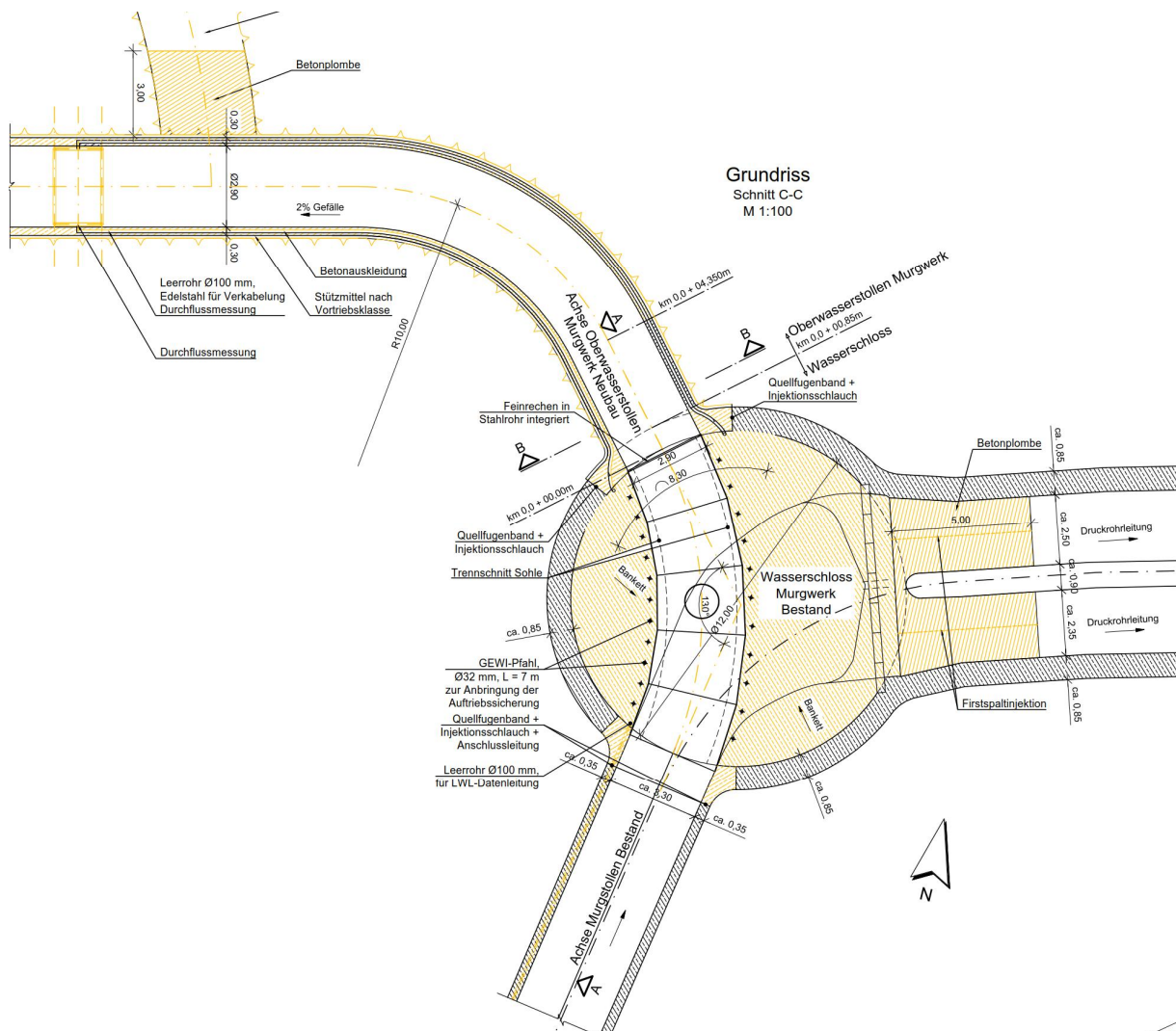


Abbildung 6: Horizontalschnitt Wasserschloss I (Auszug aus Plan B.V.8.5, Darstellung in schwarz = Bestand, Darstellung in ocker = Neubau)

1.3.3 Untertagebauwerke Murgwerk

1.3.3.1 Triebwasserweg und Stollensystem

Eine Übersicht des Stollensystems des Murgwerks (und des Schwarzenbachwerks) ist in folgendem Plan dargestellt:

Tabelle 23: Übersicht Triebwasserweg und Stollenssystem

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3

1.3.3.2 Oberwasserstollen und Drosselklappenkammer, Zugangsstollen

Oberwasserstollen, Drosselklappenkammer und Zugangsstollen Murgwerk sind in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 24: Übersicht Pläne Oberwasserstollen, Drosselklappenkammer und Zugangsstollen Murgwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Längsschnitt Triebwasserweg	B.IV.2
Triebwasserweg und Stollensystem Übersichtslageplan	B.IV.3
Oberwasserstollen Murgwerk Oberwasserweg	B.V.8.1
Oberwasserstollen Murgwerk Druckschacht und Druckstollen	B.V.8.2
Oberwasserstollen Murgwerk Schachtkopf- und Drosselklappenkammer	B.V.8.3
Oberwasserstollen Murgwerk Schachtfuß	B.V.8.4
Oberwasserstollen Murgwerk Anbindung an Wasserschloss	B.V.8.5
Zugangsstollen Murgwerk	B.V.6.2
Zugangsstollen Murgwerk Portal/Voreinschnitt	B.V.6.5

Der neue Oberwasserstollen verbindet als Druckstollen das Wasserschloss I mit dem Murgwerk. Der Oberwasserstollen besteht aus einem nahezu horizontalen Druckstollen, aus einem vertikalen Druckschacht sowie aus einem horizontalen Druckstollen am Übergang zum Kavernenteil Murgwerk.

Die Horizontalstrecke vom Wasserschloss I bis zum Schachtkopf hat eine Länge von circa 56 m und ist mit einer Betonauskleidung von 30 cm Dicke versehen. Der Innendurchmesser für den Oberwasserweg mit Betonauskleidung ergibt sich aus den hydraulischen Berechnungen mit 2,9 m.

Zwischen Wasserschloss I und dem Druckschacht befindet sich die Drosselklappenkammer. In der Drosselklappenkammer ist eine notschlusffähige Klappe angeordnet. Die Erschließung der Drosselklappenkammer im Bau- und Endzustand erfolgt über den

Zugangsstollen Murgwerk als direkte Zufahrt zur Drosselklappenkammer. Die Belüftung der Drosselklappenkammer erfolgt ebenfalls über den Zugangsstollen Murgwerk.

Der Zugangsstollen Murgwerk wird von einem bestehenden Forstweg (Kapellenstraße vgl. Anlage B.V.10.1) aus aufgefahren.

Der Zugangsstollen Murgwerk erhält eine Auskleidung aus bewehrtem Spritzbeton mit Ankern.

Vom Zugangsstollen zweigt ein Hilfsstollen ab, der eine Verbindung zum Oberwasserstollen Murgwerk herstellt. Damit kann für die Bauarbeiten zum Anschluss des Oberwasserstollens an das Wasserschloss die Drosselklappenkammer umgangen werden. Der Hilfsstollen wird nach Abschluss der Baumaßnahme verfüllt und verplombt.

Das im Endzustand im Zugangsstollen und in der Drosselklappenkammer anfallende Bergwasser wird in einen Schacht am Portal des Zugangsstollens abgepumpt und von dort über eine Sickerwassermulde in das Gelände abgeleitet.

Das in der Drosselklappenkammer installierte Hydraulikaggregat wird in einer Ölauffangwanne aufgestellt und der Bereich des Aggregates, der Leitungen und des Hydraulikzylinders mit einer Spritzschutzeinhausung versehen, um zu verhindern, dass das abzupumpende Bergwasser durch Hydrauliköl verunreinigt werden kann. Der eingehauste Bereich wird mit einer ölabweisenden Beschichtung entsprechend Wasserhaushaltsgesetz versehen. Aufgrund der ansonsten durchgehenden Stollenauskleidung fällt im Endzustand im Oberwasserstollen kein weiteres Bergwasser an.

Der Übergang vom horizontalen Betonstollen zur Drosselklappenkammer mit einem kleineren Innendurchmesser von 2,4 m, erfolgt über einen 3,6 m langen Stahlkonus

Der Wasserweg in der Drosselklappenkammer ist durchweg gepanzert.

Der vertikale Druckschacht beginnt mit einem Stahlrohrkrümmer ($L=11,1$ m, $R=7,2$ m) und hat eine Tiefe von circa 153 m. Der Druckschacht ist aufgrund der vergleichsweise geringen Innendrucke mit einer Betonauskleidung versehen.

Am Schachtfuß bindet der vertikale Druckschacht über einen gepanzerten Krümmer ($L=8,9$ m, $R=5,7$ m) in den horizontalen stahlgepanzten Druckstollen an, der nach circa 84 m in den Kavernenteil Murgwerk einmündet.

Der Innendurchmesser für den stahlgepanzten Oberwasserweg ergibt sich aus den hydraulischen Berechnungen mit 1,9 m. Der Durchmesserübergang erfolgt im Druckschacht vor dem Stahlkrümmer über einen 1,80 m langen gepanzerten Stahlkonus.

Der Krümmer sowie die Horizontalstrecke des Druckstollens bis zu Verteilung vor den Maschinen sind als Stahlpanzerung ausgeführt. Die zwei Krümmer liegen in der Schachtkopf- bzw. Schachtfußkaverne, die nach Einbau der Krümmer mit Beton verfüllt werden.

Tabelle 25: Regelquerschnitte Oberwasserweg Murgwerk

Stollentyp	Verwendung	Auskleidungsart
Druckstollen D _i = 2,9 m	Permanent als Oberwasserweg	Betonauskleidung t=300 mm
Druckschacht D _i = 2,4 m	Permanent als Oberwasserweg	Betonauskleidung t=300 mm
Druckstollen D _i = 1,9 m	Permanent als Oberwasserweg	Stahlpanzerung, Hinterfüllbeton, Kontaktinjektion
Zugangsstollen Murgwerk	Bauzeitlich als Schutterweg für den Bau des Oberwasserstollens und -schachtes Permanent als Zufahrt/Belüftung Drosselklappenkammer	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale

1.3.3.3 Kavernenteil Murgwerk

Der Kavernenteil Murgwerk ist in folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 26: Übersicht Pläne Kavernenteil Murgwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Kraftwerkskaverne	B.V.2.1
Kraftwerkskaverne	B.V.2.2
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Transformatoren	B.V.2.8
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Transformatoren	B.V.2.9
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Transformatoren	B.V.2.10
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Murgwerk	B.V.2.11
Kraftwerkskaverne Maschinenhausflur	B.V.2.17

Der Kavernenteil Murgwerk schließt an den Kavernenteil Transformatoren an und verläuft parallel zum Zufahrtsstollen. Der Kavernenteil Murgwerk weist eine Länge von 34 m und einer Breite von 9,20 m auf und ist vom Zufahrtsstollen mit einer Stahlbetonwand abgetrennt. Die Andienung erfolgt an der Stirnseite des Kavernenteils Murgwerk über eine Aufweitung des Zufahrtsstollens und ein Teleskopschiebetor sowie über eine Tür in der Längswand.

Die elektromechanische Ausrüstung des Murgwerks wird in dem Kavernenteil Murgwerk angeordnet. Die drei Murgmaschinen sind in der gemeinsamen Maschinenhalle 107TK angeordnet, die von einem Maschinehauskran mit 60 t Tragfähigkeit überspannt wird.

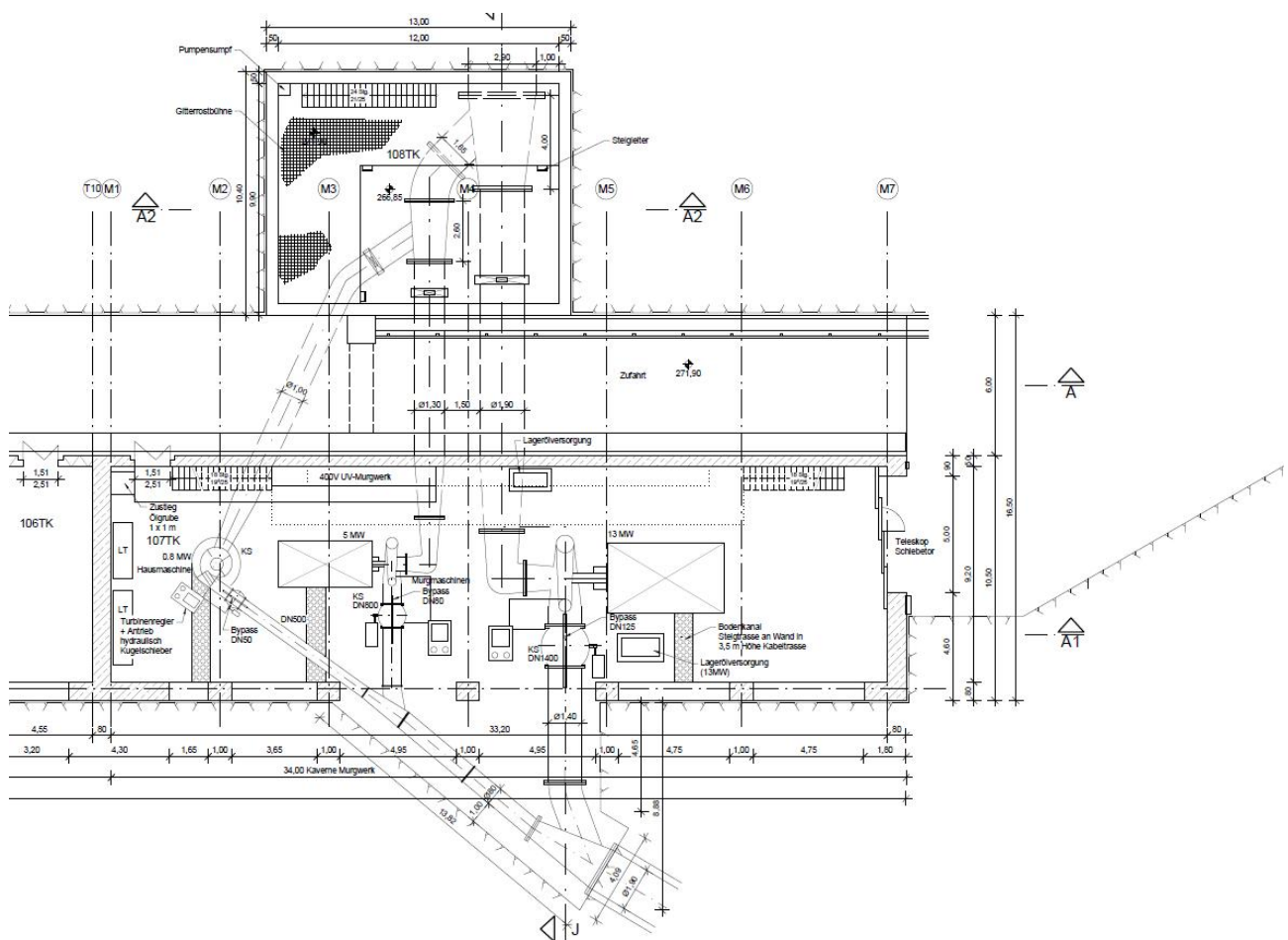


Abbildung 7: Horizontalschnitt durch Murgwerk, OW-seitige Ausbuchtung, Zufahrtsstollen und UW-seitige Schieberkammer (Auszug aus Anlage B.V.2.17)

Zusickerndes Bergwasser wird unmittelbar an den Kavernenwänden aufgefangen und in den Pumpensumpf des Kavernenteils Schwarzenbachwerk abgeleitet.

Bodeneinläufe werden über Rohrleitungen zunächst in den Koaleszenzabscheider des Kavernenteils Schwarzenbachwerk entwässert. Nach Reinigung der Wässer im Koaleszenzabscheider erfolgt die Überleitung in den Pumpensumpf.

1.3.3.4 Unterwasserstollen Murgwerk

Der Unterwasserstollen Murgwerk ist in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 27: Übersicht Pläne Unterwasserstollen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Unterwasserstollen Murgwerk Unterwasserweg	B.V.9.1
Unterwasserstollen Murgwerk	B.V.9.2
Unterwasserstollen Murgwerk Diffusor	B.V.9.3

Der Unterwasserstollen Murgwerk verbindet als Druckstollen die unterwasserseitige Schieberkammer des Murgwerks mit dem Zulaufbauwerk des Kavernenwasserspeichers. Der Unterwasserstollen besteht aus einem mit 21,16 % (circa 12°) geneigten Druckstollen von circa 104 m Länge.

Der Unterwasserstollen Murgwerk wird mit einer 30 cm dicken Betonauskleidung versehen. Der Innendurchmesser für den Unterwasserstollen Murgwerk mit Betonauskleidung ergibt sich aus den hydraulischen Berechnungen mit 2,90 m.

Tabelle 28: Regelquerschnitte Unterwasserweg

Stollentyp	Verwendung	Auskleidungsart
Druckstollen $D_i = 2,9 \text{ m}$	Permanent als Unterwasserweg	Betonauskleidung $t=300 \text{ mm}$
Druckstollen Diffusor	Anbindung an die Speicherkaverne	Betonauskleidung $t=300 \text{ mm}$

Dem Unterwasserstollen Murgwerk und dem Zulaufbauwerk des Kavernenwasserspeichers im Endzustand zusickerndes Bergwasser geht in das Betriebswasser ein, es bedarf keiner Ableitung.

1.3.3.5 Hilfsstollen

Der Hilfsstollen Murgwerk ist in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 29: Übersicht Pläne Hilfsstollen Murgwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Übersichtslageplan Triebwasserweg und Stollensystem	B.IV.3
Hilfsstollen Murgwerk	B.V.6.10
Unterwasserstollen Murgwerk Unterwasserweg	B.V.9.1
Hilfsstollen Wasserschloss Murgwerk Bautechnischer Längsschnitt	B.V.6.15

Für den Bau des Stollensystems sind zur bauzeitlichen Erschließung und zur Optimierung der Bauabläufe weitere Hilfsstollen notwendig. Deren finale Anlage und Trassierung wird sich erst aus dem tatsächlichen Auffahrkonzept des Bauunternehmers ergeben, sie sind damit in ihrer Lage veränderlich. Nachstehend wird der Planungsstand des Genehmigungsprojektes beschrieben.

Vor dem Kavernenteil Murgwerk zweigt vom Zufahrtsstollen ein circa 39 m kurzer Stollen, bezeichnet als Hilfsstollen, zum Fuß des Oberwasserschachtes ab. Er ist erforderlich, um die Bauherstellung von Kraftwerkskaverne und Druckschacht/-stollen zu entkoppeln. Der Abtransport des Ausbruchmaterials aus Stollen- und Schachtbau erfolgt über den Zufahrtsstollen.

Vom Zugangsstollen Murgwerk zweigt ein Hilfsstollen ab, der eine Verbindung zum Oberwasserstollen Murgwerk herstellt. Damit kann für die Bauarbeiten zum Anschluss des Oberwasserstollens an das Wasserschloss die Drosselklappenkammer umgangen werden.

Tabelle 30: Regelquerschnitte Hilfsstollen Murg

Stollentyp	Verwendung	Auskleidungsart
2 Hilfsstollen	Bauzeitlich als Schutterweg zum Auffahren des Druckschachtes und -stollens und zur Anbindung des Oberwasserstollens an das Wasserschloss	Ohne Abdichtung und ohne Innenschale

Der Hilfsstollen erhält eine Auskleidung aus bewehrtem Spritzbeton und Ankern.

Hilfsstollen werden nach Abschluss der Baumaßnahme verfüllt und verplombt.

1.3.4 Portal Zugangsstollen Murgwerk

Das Portal Zugangsstollen Murgwerk ist in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 31: Übersicht Pläne Portal Zugangsstollen Murgwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Zugangsstollen Murgwerk Portal/Voreinschnitt	B.V.6.5

Das Portal liegt an einem bestehenden Forstweg (Kapellenstraße beim Wasserschloss I, vgl. Anlage B.V.10.1).

Das Portal ist ein eingeschütteter Tunnelquerschnitt (Regelprofil wie bergmännische Bauweise). Es wird in einem Voreinschnitt auf circa 434 m ü. NN hergestellt. Der Zugangsstollen wird im Endzustand durch ein Stahltor verschlossen.

1.4 Technische Ausrüstung Schwarzenbachwerk und Murgwerk

1.4.1 Stahlwasserbauliche Ausrüstung

1.4.1.1 Allgemeines

Die Berechnungen und Konstruktionen werden auf Basis der DIN 19704-1, -2 und -3, der DIN EN 1993-1-1 und den mitgeltenden Normen erstellt. Bei der Planung ist insbesondere auf Leichtgängigkeit, geringen Verschleiß und eine korrosionsschutzgerechte Gestaltung und Ausführung der einzelnen Bauteile und Ausrüstungen zu achten.

1.4.1.2 Übersicht über die stahlwasserbauliche Ausrüstung des Schwarzenbachwerk

Die stahlwasserbaulichen Ausrüstungen für das Schwarzenbachwerk umfassen alle Ausrüstungen, die für einen normalen sowie einen außergewöhnlichen Pumpspeicherbetrieb erforderlich sind.

Ausgenommen davon sind sämtliche Einrichtungen für Betrieb und Steuerung der Pumpturbine im Bereich des Kavernenteils Schwarzenbachwerk und die Absperrorgane der Pumpturbine, das heißt, der Bereich vom oberwasserseitigen Kugelschieber bis zur unterwasserseitigen Saugrohrklappe für Revisionszwecke. Diese sind in Kapitel 1.4.2.5 erfasst.

Tabelle 32: Übersicht über Anlagenteile- und Hauptkomponenten der stahlwasserbaulichen Ausrüstung des Schwarzenbachwerks

Anlagenteil	Hauptkomponenten	Kapitel
Zylinderschütz am Einlauf Entnahmeturm	Bestehendes Zylinderschütz	1.4.1.3
Absperrarmaturen Schieberkammer	Absperrklappen, Bypass, Ölservomotoren und Schließgewicht, Druckölversorgung	1.4.1.4
Klappe Drosselklappenkammer Schachtkopf	Drosselklappe, Hydraulikantrieb, Belüftungsventil	1.4.1.5
Leichte Stollenbefahranlage	Befahrwagen, Windwerk	1.4.1.6
Dammbalkenverschlüsse Auslaufbauwerk	Dammbalken, Zangenbalken	1.4.1.7
Rechen im Auslaufbauwerk	Feinrechen, Rechenreinigungsanlage, Differenzdruckmessung	1.4.1.8

Die Abbildung 9 zeigt das Fließschema des Triebwasserweges des Schwarzenbachwerks mit den stahlwasser- und maschinenbaulichen Anlagenteilen und zusätzlichen Informationen wie Notschlussfähigkeit, Antriebsart usw..

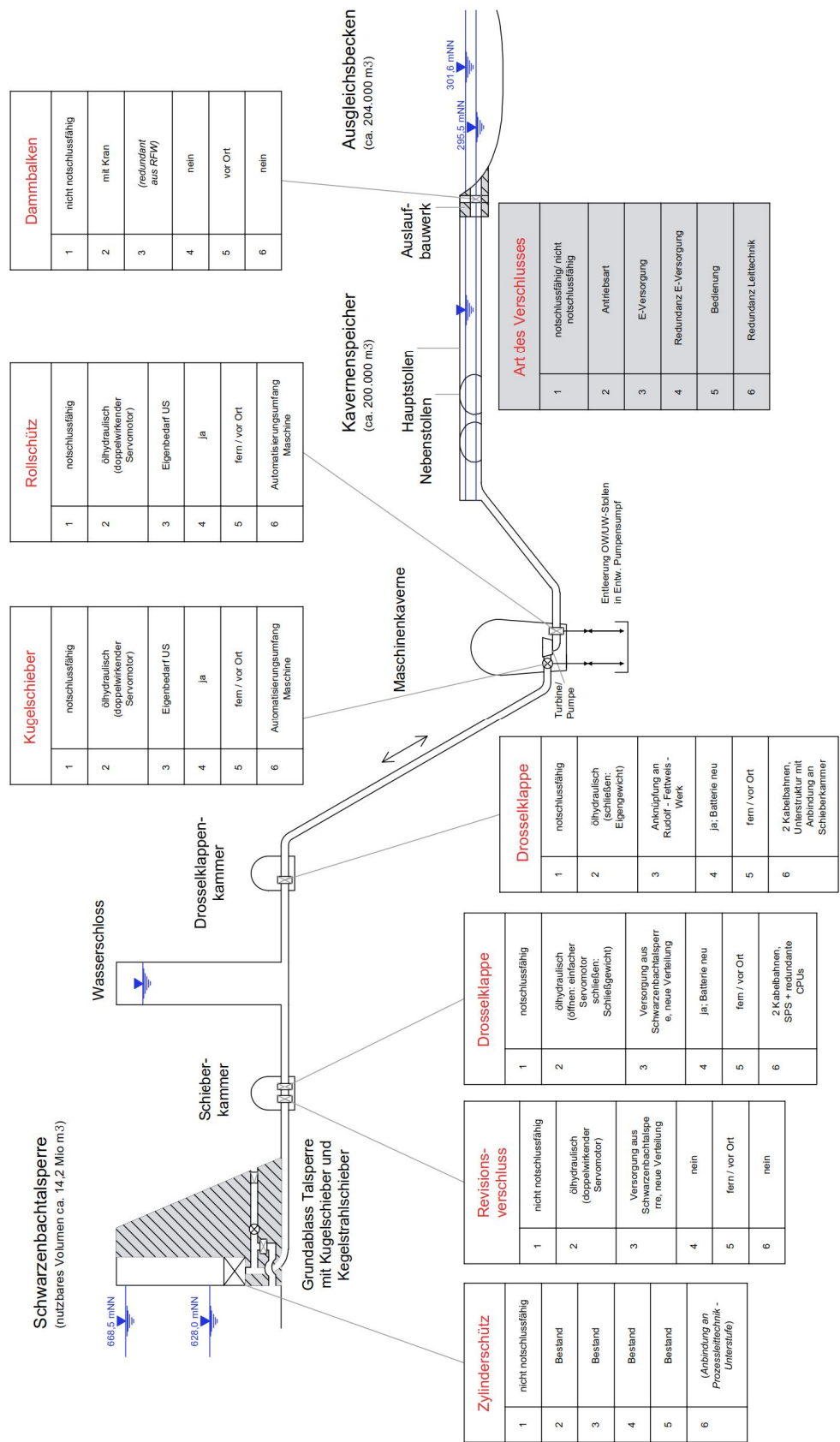


Abbildung 9: Fließschema Triebwasserweg Schwarzenbachwerk mit stahlwasser- und maschinenbaulichen Anlagenteilen

1.4.1.3 Zylinderschütz am Einlauf Entnahmeturm Schwarzenbachwerk

Das bestehende Zylinderschütz im Entnahmeturm der Schwarzenbachtalsperre wird unverändert weiter betrieben.

1.4.1.4 Absperrarmaturen Schieberkammer, Ersatz der Kugelschieber-Schwarzenbachwerk

Die zwei parallel angeordneten Kugelschieber in der Schieberkammer werden aufgrund ihrer Betriebsverfügbarkeit und aus Sicherheitsgründen durch Absperrklappen ersetzt. In jeden Strang werden zwei Verschlüsse hintereinander, eine Revisions- und eine notschlussfähige Betriebs-Absperrklappe, vorgesehen.

Die Anordnung der Absperrklappen ist aus folgendem Plan zu entnehmen:

Tabelle 33: Übersicht Pläne Anordnung der Drosselklappen in der Schieberkammer

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk Schieberkammer Schwarzenbachwerk	B.V.1.6

Die Absperrklappen haben einen Durchmesser von 1,900 mm. Sie sind für die Druckstufe PN 10 ausgelegt.

Im Normalbetrieb einschließlich Stillstand der Pumpturbine bleiben die Absperrklappen in Offenstellung. Lediglich bei Inspektions- und Wartungsarbeiten an dem Triebwasserweg oder im Falle eines Wassereinbruches in die Kraftwerkskaverne werden sie geschlossen.

Die Absperrklappen werden über die Leittechnik automatisch angesteuert. Eine vor Ort Steuerung ist vorgesehen. Die Absperrklappen werden bei Auslösung des Kavernenüberflutungsschutzsystems automatisch in die geschlossene Position gebracht.

Das Schließen der notschlussfähigen Betriebs-Absperrklappe erfolgt über ein Schließgewicht, das Öffnen mit Hilfe eines einfach-wirkenden Ölservomotors.

Eine kompakte Drucköleinheit versorgt je zwei Absperrorgane in einem Strang. Die Drucköleinheiten befinden sich in der Schieberkammer.

1.4.1.5 Klappe in der Drosselklappenkammer des Oberwasserstollens

In der Drosselklappenkammer wird eine schnellschlussfähige Klappe eingebaut. Die Klappe schützt den Oberwasserstollen vor dem Leerlaufen. Es wird nur eine Absperrebene errichtet. Ein Revisionsverschluss ist nicht vorgesehen. Die Klappe ist auf folgendem Plan dargestellt:

Tabelle 34: Übersicht Pläne Klappe in der Drosselklappenkammer am Schachtkopf Schwarzenbachwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk Schachtkopf und Dosselklappenkammer	B.V.1.3

Es wird eine Drosselklappe mit einem Durchmesser von 1,9 m und mit Hydraulikantrieb verbaut.

Der Oberwasserstollen wird vor der Klappe mit einem ca. 5,0 m langen Stahlkonus an den kleineren Querschnitt der Klappe angepasst.

Bei Schnellschluss der Klappe bei Turbinenbetrieb ist der Druckschacht zu belüften. An der Klappe ist ein Belüftungsventil DN 600, PN 10 eingebaut.

1.4.1.6 Leichte Stollenbefahranlage Schwarzenbachwerk

Der Einsatz der Stollenbefahranlage ist für die vertikalen Druckschächte des Schwarzenbachwerks und des Murgwerks vorgesehen. Sie dient zur Inspektion des Korrosionsschutzes, der Betonauskleidung sowie für leichte Reparaturarbeiten.

Das komplette Windwerk wird im Schachtkopf aufgestellt und verankert. Das Seil wird über entsprechende Seiltrag- und Umlenkrollen in die Stollen geführt. Die einzelnen Baugruppen des Befahrwagens und die Winden werden mit einer Kranvorrichtung über die Wasserschlösser auf die Stollensohle abgelassen und zusammengebaut.

Die Nutzlast/Zuladung des Befahrwagens beträgt 300 kg bei einer Anzahl von 2 Personen.

Die maximale Befahrlänge beträgt circa 348 m im Schwarzenbachwerk bei einem Stollendurchmesser von 1,90 m. Die Stollenneigung beträgt 90°.

Die Winden zur Betätigung des Befahrwagens mit Motor, Getriebe, Seiltrommel mit Wickelapparat, Kontroll- und Steuerschrank sind komplett auf einem Grundrahmen installiert.

Die Windwerke werden im Schachtkopf an entsprechenden Ankerpunkt in der Stollensohlpanzerung beziehungsweise in der Betonauskleidung befestigt. Die Winde ist mit zwei unabhängigen Bremsen zu versehen, wobei die Betriebsbremse auf der Seiltrommelwelle und die Sicherheitsbremse am Trommelflansch angeordnet ist.

Die Bedienung des Befahrwagens erfolgt vom örtlichen Steuerstand, der neben dem Windwerksrahmen angebracht ist. Vom Steuerstand aus kann man die Stellung des Befahrwagens an der zugehörigen Stellungsanzeige ablesen. Der Antrieb ist mit einer stufenlos verstellbaren Frequenzsteuerung ausgestattet, um die Stollen mit geringer Geschwindigkeit zu durchfahren.

Ein Handantrieb erlaubt auch noch ein Heben und Senken des Befahrwagens bei Stromausfall. Im Notfall kann die Bremse durch Ziehen des Notbremsgriffes ausgelöst werden. Durch Endschalter an der Bremse wird nach dem Auslösen zusätzlich der Antriebsmotor abgeschaltet.

1.4.1.7 Dammbalkenverschlüsse am Auslaufbauwerk in das Ausgleichsbecken Forbach

Am Auslaufbauwerk des Kavernenwasserspeichers wird kein Schütz vorgesehen. Der Kavernenwasserspeicher und das Ausgleichsbecken Forbach sind ständig hydraulisch verbunden. Zur Trockenlegung des Kavernenwasserspeichers ist ein beidseitig dichtender Revisionsverschluss vorgesehen.

Die Revisionsverschlussnische hat eine Höhe von 10,10 m. Der Wasserdruck an der Sohle kann bis zu 7,3 m betragen. Es werden vier Dammbalken B x H 7.700 mm x 2.000 mm gebaut. Die Dammbalken sind baugleich und können sowohl auf der Sohle als auch untereinander dichten. Zum Einheben erhalten die Dammbalken einen Zangenbalken.

Die Dammbalken und der Zangenbalken werden in einem halb-offenen Dammbalkenlager auf dem Gelände des RFW gelagert. Im Bedarfsfall werden die Dammbalken mit einem Mobilkran gesetzt.

1.4.1.8 Feinrechen mit Rechenreinigungsanlage am Auslaufbauwerk in das Ausgleichsbecken Forbach

Am Auslaufbauwerk wird an dem 7,7 m breiten Auslauf ein fester Feinrechen installiert. Der Rechen wird circa 80° geneigt zur Horizontalen eingestellt. Der Rechen hält einer 100-prozentigen Verlegung und einem thermischen Eisdruck stand.

Der Rechen ist auf folgendem Plan dargestellt:

Tabelle 35: Plan zum Feinrechen am Auslaufbauwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Auslaufbauwerk	B.V.5.1

Der Rechen ist ein Feinrechen zum Verhindern von Treibgut- und Geschwemmseleintrag. Der lichte Stababstand beträgt 20 mm, die Stabdicke 8 mm.

Für den Feinrechen wird eine vollautomatisierte Rechenreinigungsanlage mit Einfach-Teleskop eingebaut. Die Rechenreinigungsanlage erhält eine 7.700 mm breite Rechenharke.

Die Bedienung der Rechenreinigungsanlage erfolgt primär automatisch und sekundär an einem Schaltschrank vor Ort in Sichtweite des Feinrechens mit zur Rechenreinigungsanlage gehörenden SPS inklusive CPU. Der Rechen erhält eine Differenzdruckmessung. Die Bedienung ist von der Steuerung des Kraftwerks autark.

1.4.1.9 Übersicht über die stahlwasserbauliche Ausrüstung Murgwerk

Die stahlwasserbaulichen Ausrüstungen für das Murgwerk umfassen alle Ausrüstungen, die für einen normalen sowie einen außergewöhnlichen Turbinenbetrieb erforderlich sind.

Ausgenommen davon sind sämtliche Einrichtungen für Betrieb und Steuerung der Turbinen im Bereich des Kavernenteils Murgwerk und die Absperrorgane der Turbinen, das heißt, der Bereich von den oberwasserseitigen Kugelschiebern bis zu den unterwasserseitigen Drosselklappen für Revisionszwecke. Diese sind in Kapitel 1.4.2.14 erfasst.

Tabelle 36: Übersicht über Anlagenteile- und Hauptkomponenten der stahlwasserbaulichen Ausrüstung des Murgwerks

Anlagenteil	Hauptkomponenten	Kapitel
Einrichtungen Einlaufbauwerk Kirschbaumwasen	Grobrechen, Feinrechen, Einlaufschütz, Rechenreinigungsanlage	1.4.1.10

Anlagenteil	Hauptkomponenten	Kapitel
Klappe Drosselklappenkammer	Drosselklappe, Hydraulikantrieb, Druckölversorgung	1.4.1.11
Unterwasserseitige Verteilrohrleitung	Verteilrohrleitung	1.4.1.12
Leichte Stollenbefahranlage	Befahrwagen, Windwerk	1.4.1.13

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Fließschema des Triebwasserweges des Murgwerks mit den stahlwasser- und maschinenbaulichen Anlagenteilen mit zusätzlichen Informationen wie Notschlussfähigkeit, Antriebsart usw.:

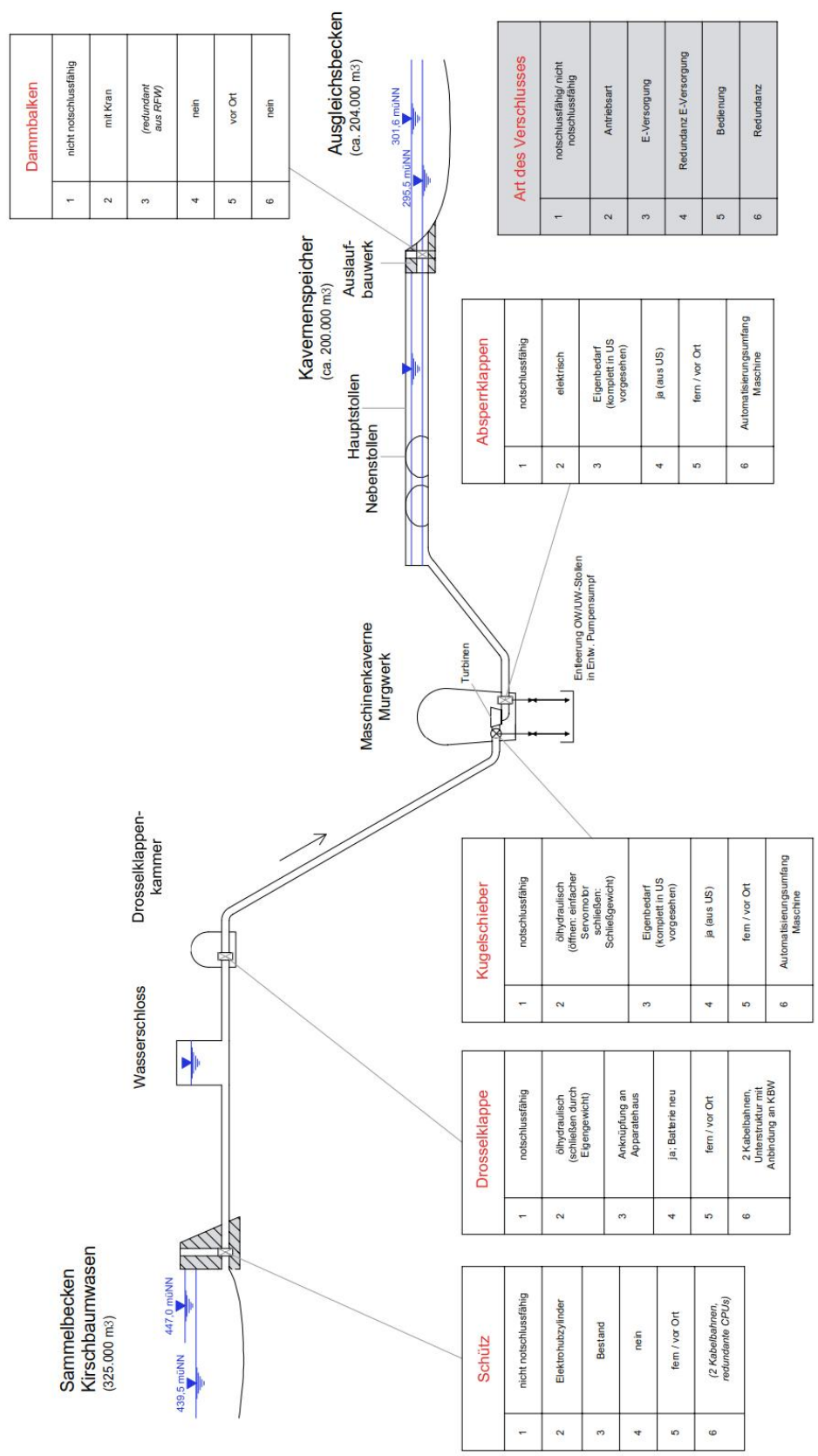


Abbildung 10: Fließschema Triebwasserweg Murgwerk mit stahlwasser- und maschinenbaulichen Anlagenteilen

1.4.1.10 Einrichtungen am Einlaufbauwerk des Sammelbeckens Kirschbaumwasen

Die vorhandenen Einrichtungen am Einlaufbauwerk des Sammelbeckens Kirschbaumwasen bestehen aus dem Grobrechen, dem Feinrechen, einem Einlaufschütz und einer Rechenreinigungsanlage.

Maßnahmen zur Ertüchtigung der Betriebseinrichtungen am Einlaufbauwerk Kirschbaumwasen werden von der EnBW in Zusammenhang mit der geplanten Errichtung eines Fischaufstiegs durchgeführt.

1.4.1.11 Klappe in der Drosselklappenkammer Murgwerk

In der Drosselklappenkammer wird eine schnellschlussfähige Klappe eingebaut. Die Klappe schützt den Oberwasserstollen vor dem Leerlaufen.

Es wird nur eine Absperrebene errichtet. Ein Revisionsverschluss ist nicht vorgesehen. Die Klappe ist auf folgendem Plan dargestellt:

Tabelle 37: Übersicht Pläne der Klappe in der Drosselklappenkammer Murgwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Oberwasserstollen Murgwerk Oberwasserweg	B.V.8.1

Es wird eine Klappe mit einem Durchmesser von 2,4 m und mit Hydraulikantrieb verbaut.

Der Oberwasserstollen wird vor der Klappe mit einem 3,6 m langen Konus an den kleineren Querschnitt der Klappe angepasst.

Bei Schnellschluss der Klappe bei Turbinenbetrieb ist der Druckschacht zu belüften. Es an der Klappe ein Tellerventil DN 600, PN 10 eingebaut.

1.4.1.12 Unterwasserseitige Verteilrohrleitung Murgwerk

Die unterwasserseitige Verteilrohrleitung des Murgwerks ist auf folgenden Plänen dargestellt.

Tabelle 38: Übersicht Pläne unterwasserseitige Verteilrohrleitung Murgwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Murgwerk	B.V.2.11
Kraftwerkskaverne Maschinenhausflur	B.V.2.17

Die Verteilrohrleitungen verbinden die drei Drosselklappen im Auslauf der Murgturbinen mit dem Unterwasserstollen.

Zuerst werden die Verteilrohrleitungen der 5 MW und der 0,8 MW Turbine zusammengeführt. Die zusammengeführte Rohrleitung soll einen nominalen Innendurchmesser von DN 1650 haben und geht in die Rohrleitung ein, die das Saugrohr der 13 MW Turbine und den Unterwasserstollen verbindet. Der lichte Durchmesser des Unterwasserstollens beträgt 2,9 m.

Die Verbindung zum betonausgekleideten Stollen erfolgt durch einen im Beton verankerten Flanschanschlusskragen.

1.4.1.13 Leichte Stollenbefahranlage Murgwerk

Die Stollenbefahranlage ist für die vertikalen Druckschächte des Schwarzenbachwerks und des Murgwerks vorgesehen und wird in Kapitel 1.4.1.6. beschrieben.

1.4.2 Maschinenbauliche Ausrüstung

1.4.2.1 Allgemeines

Bei der Beschaffung der elektromechanischen Ausrüstung wird auf die notwendigen Konformitätserklärungen und CE-Kennzeichnungen geachtet. Für die Konstruktionen werden die weltweit anerkannten internationalen Normen wie ISO, IEC, EN, ASTM sowie die bewährten nationalen Normen wie DIN, VDE, ASME und ANSI vorgeschlagen.

1.4.2.2 Übersicht über die Anlageteile Schwarzenbachwerk

Eine Übersicht über das Schwarzenbachwerk ist auf folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 39: Übersicht Pläne maschinenbauliche Anlagen Schwarzenbachwerk

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Kraftwerkskaverne	B.V.2.1
Kraftwerkskaverne	B.V.2.2
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Schwarzenbachwerk	B.V.2.3
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Schwarzenbachwerk	B.V.2.4
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Schwarzenbachwerk	B.V.2.5
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Schwarzenbachwerk	B.V.2.6
Kraftwerkskaverne Hilfsmaschinenflur	B.V.2.14
Kraftwerkskaverne Turbinenflur	B.V.2.15
Kraftwerkskaverne Generatorflur	B.V.2.16
Kraftwerkskaverne Maschinenhausflur	B.V.2.17
Kraftwerkskaverne Zwischenflur	B.V.2.18
Kraftwerkskaverne Kranbahnflur	B.V.2.19

Gesamtkonzept

Die mechanische Ausrüstung für das Schwarzenbachwerk umfasst alle maschinentechnischen Einrichtungen, die für einen normalen wie auch außergewöhnlichen Pumpspeicherbetrieb erforderlich sind. Die Bestandteile der maschinenbaulichen Ausrüstung befinden sich in dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk.

Folgende mechanischen Ausrüstungen und Systeme sind im Wesentlichen für das Schwarzenbachwerk vorgesehen:

Tabelle 40: Übersicht über Anlagenteile- und Hauptkomponenten der maschinenbaulichen Ausrüstung des Schwarzenbachwerks

Anlagenteil	Hauptkomponenten	Kapitel
Pumpturbine	Pumpturbine, Motorgenerator, Wellenstrang, Spiralgehäuse	1.4.2.3
Turbinenregler	Digital-elektronischer Regler, Elektro-hydraulischer Umsetzer, Druckölversorgung	1.4.2.4
Absperrorgane der Pumpturbine	Kugelschieber, Druckölversorgung, Rollschutz im Saugrohr	1.4.2.5
Kühlwassersystem	Kühlwasserversorgung für Pumpturbine, Motorgenerator, Transformator, Kompressor, Klimaanlage, Brauchwasser	1.4.2.6
Druckluftsysteme	Betriebsluftsystem, Blasluftsystem, Stabilisationsluft	1.4.2.7
Lenzpumpenanlage	Entwässerungspumpen, Rohrleitungen, Armaturen	1.4.2.8
Maschinenhauskran	Maschinenhauskran, Kleinhebezeuge	1.4.2.9
Aufzugseinrichtung		1.4.2.10

Betriebsbedingungen

Die mechanische Ausrüstung für die Pumpturbine ist für einen normalen Pumpspeicherbetrieb ausgelegt. Folgende Betriebsarten sind vorgesehen:

Turbinenbetrieb

Pumpbetrieb

Phasenschieberbetrieb, sowohl in Turbinen- als auch in Pumpendrehrichtung

Als Sonderbetriebsart ist der "Turbinenleerlauf" geplant, der durch "Nenndrehzahl in Turbinendrehrichtung, Leerlauföffnung der Leitschaufeln, vom Netz getrennt" charakterisiert ist. Diese Betriebsart soll unter anderem das Entleeren des Oberbeckens (hier: Schwarzenbachtalsperre) und/oder des Oberwasserweges ermöglichen.

Die Pumpturbine wird zur Leistungs-Frequenz-Regulierung des Netzes und für den schnellstmöglichen Ausgleich von Netzfrequenzschwankungen im Rahmen seiner

Regelleistung konzipiert. Normalerweise wird die Maschine im Netzbetrieb parallel zu den anderen Maschinen/Kraftwerken des Netzes gefahren. In Ausnahmefällen muss sie aber auch im Inselbetrieb von 30 % bis Volllast arbeiten können.

Der Pumpspeichersatz wird von der zentralen Warte ferngesteuert, kann aber auch von Hand gefahren werden. Alle Bedienungs- und Überwachungseinrichtungen sind für manuellen und automatischen sowie fernüberwachten Betrieb vorgesehen. Die Verfügbarkeit der Maschine und ihrer Hilfseinrichtungen ist nach dem heutigen Stand der Technik höchstmöglich gehalten. Dies verlangt kurze Anfahrzeiten für den Turbinen- und Pumpbetrieb, kurze Betriebsübergangszeiten, aber auch verschleißarme Konstruktionen und, ein möglichst rasches und einfaches Austauschen von Verschleißteilen.

Mit dem Pumpspeichersatz muss Schwarzstartfähigkeit gewährleistet werden.

Bei der Planung der Wasserwege wurde darauf geachtet, dass Wasserentnahmen oberwasserseitig vom Kugelschieber und unterwasserseitig von den Saugrohrschützen auf das absolute Minimum beschränkt bleiben, um das Risiko einer Überflutung zu minimieren.

1.4.2.3 Pumpturbine Schwarzenbachwerk

a) Allgemeines

In dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk wird ein Pumpspeichersatz, bestehend aus einer 1-stufigen reversiblen Francis-Pumpturbine und einem Synchron-Motorgenerator mit vertikaler Wellenanordnung, installiert.

Die Pumpturbine kann hochdruckseitig mit einem Kugelschieber und niederdruckseitig mit einem Saugrohrschütz vom Wasserweg abgesperrt werden. Beide Absperrorgane sind notschlussfähig ausgeführt.

b) Betriebsbedingungen

Im Tagesablauf wird die Pumpturbine je nach Belastung des Verbundnetzes mehrfach und mit unterschiedlicher Betriebsdauer in den Turbinen-, Pump- oder Phasenschieberbetrieb gestartet und gefahren. Die Pumpturbine und ihre Hilfs- und Nebeneinrichtungen sind daher robust ausgebildet.

Bei Einsatz des Pumpspeichersatzes im Phasenschieberbetrieb läuft die Pumpturbine ausgeblasen mit in Luft rotierendem Laufrad mit.

c) Auslegung der Pumpturbine

- Leistung: Die Leistung der Pumpturbine P_T im Turbinenbetrieb ist so bestimmt, dass bei der Auslegungsfallhöhe H_n eine Leistung von nicht kleiner als $P_T = 50$ MW an der Maschinentransformator-Primärklemme abgegeben werden kann.
- Fall- bzw. Förderhöhenbereich: Das Oberbecken (Schwarzenbachtalsperre) und das Unterbecken (Ausgleichsbecken Forbach in Verbindung mit Kavernenwasserspeicher) bestimmen den geodätischen Fall-/Förderhöhenbereich für die Pumpturbine des Schwarzenbachwerks. Damit ergeben sich für die Auslegung der Pumpturbine die maximale geodätische Fall-/Förderhöhe von 373,00 m und die minimale geodätische Fall-/Förderhöhe von 326,40 m.
- Einbaukote der Pumpturbine: Die Einbaukote der Pumpturbine wird auf 260,00 m ü. NN Achse Einlauf Spirale festgelegt.

d) Hauptdaten und Hauptkomponenten der Pumpturbine

Die Hauptdaten der ausgewählten Pumpturbine Schwarzenbachwerk sind wie folgt:

Typ:	Francis (reversibel), 1-stufig
Leistung:	50 MW
Anordnung des Wellenstranges:	vertikal
Nenndrehzahl:	750 min ⁻¹
Einbaukote der Spiralmitte:	260,00 m ü. NN
Nenndurchfluss im Turbinenbetrieb:	16,3 m ³ /s
Maximaler Nennförderstrom:	11,2 m ³ /s

Das Spiralgehäuse wird als Schweißkonstruktion im Werk vormontiert und vor Ort im Kavernenteil Schwarzenbachwerk positioniert, verschweißt und weitestgehend einbetoniert. Zugehörige Entleerungs- und Entlüftungsleitungen sowie Druckmessanschlüsse und weitere Messeinrichtungen sind ebenfalls vorgesehen. Alle weiteren Komponenten sind zugänglich und demontierbar, z. B. der Leitapparat, das Laufrad, Turbinen- und Zwischenwelle sowie Lager. Die geeigneten und notwendigen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen sind maschinennah angebracht, so dass ein sicherer Betrieb des Maschinensatzes gewährleistet ist.

1.4.2.4 Turbinenregler Schwarzenbachwerk

Die Pumpturbine wird mit einem Turbinenregler ausgerüstet, der aus einem digital-elektronischen Teil und einem öl-hydraulischen Teil besteht. Der digital-elektronische Reglerteil wird in einen Steuerschrank eingebaut, der direkt neben dem örtlichen Leitstand des Pumpspeichersatzes steht.

Die Druckölversorgung für den Turbinenregler besteht im Wesentlichen aus dem Reglerölbehälter, den darin eingebauten Reglerölpumpen, dem Kolbenspeicher, den Stickstoff-Flaschen sowie den erforderlichen Rohrleitungen und Absperrarmaturen und wird für einen Druck von PN 160 ausgelegt.

Bei der Reglerkonzipierung werden die Anforderungen gemäß IEC 60308 und IEC 61362 berücksichtigt.

1.4.2.5 Absperrorgane der Pumpturbine Schwarzenbachwerk

a) Allgemeines

Als oberwasserseitiges Absperrorgan ist für die Pumpturbine ein Kugelschieber am Spiralstutzen vorgesehen. Unterwasserseitig wird die Pumpturbine mit einem Absperrorgan vom Typ Rollschütz ausgerüstet.

Alle für die Sicherheit notwendigen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen sind an geeigneter Stelle der Absperrorgane angebracht.

b) Betriebsbedingungen

Oberwasserseitiger Kugelschieber der Pumpturbine

Der Kugelschieber bildet den hochdruckseitigen Betriebsabschluss zur Pumpturbine und dient dazu die Pumpturbine im Stillstand oder im Falle einer Störung gegen die Hochdruckseite abzusperren. Der Kugelschieber dient gleichfalls als Notabschluss-Armatur, falls die Leitschaukeln der Pumpturbine nicht geschlossen werden können oder eine Havarie auftreten sollte. Aus vorgenannten Gründen sind der Kugelschieber und dessen Antriebsmechanismus für das Schließen beim Konstruktionsdurchfluss (2-facher maximaler Durchfluss bei maximaler Fallhöhe) ausgelegt.

Der Antrieb des Kugelschieber-Drehkörpers erfolgt mit zwei doppelt-wirkenden Ölservomotoren, die von einer eigenen Hydraulikeinheit mit Drucköl versorgt werden. Auch die Ventile in den beiden Bypassleitungen werden mit Drucköl gesteuert. Sie dienen zum Druckausgleich vor der Öffnung der Betriebsdichtung und vor dem Öffnen des Kugelschiebers.

Die Betätigung der Schieberinge der Betriebs- und Revisionsdichtung erfolgt in beide Richtungen (Auf und Zu) durch gefiltertes Druckwasser, welches von der Druckrohrleitung entnommen wird.

Die Druckölversorgung für den Kugelschieber einschließlich der Bypass-Ventile besteht im Wesentlichen aus dem Ölbehälter, den Ölpumpen, den Steuer- und Umschaltventilen, dem Kolbenspeicher, Stickstoffflaschen als Druckluftversorgung sowie den erforderlichen Rohrleitungen und Absperrarmaturen. Die Druckölversorgung wird für PN 160 ausgelegt. Der maximale Betriebsdruck sollte 15 MPa nicht überschreiten.

Rollschütz im Saugrohr der Pumpturbine

Die Pumpturbine wird unterwasserseitig, aber noch innerhalb der horizontalen Saugrohrpanzerungsstrecke, mit einem Saugrohrschütz vom Typ Rollschütz ausgerüstet. Dieses dient dazu die Pumpturbine im Inspektions- oder Revisionsfall oder auch im Falle eines unvorhergesehenen Wassereintrittes in den Kavernenteil Schwarzenbachwerk vom unterwasserseitigen Triebwasser abzusperren.

Das Saugrohrschütz schließt unter Eigengewicht normalerweise im Totwasser. Im Falle eines übermäßigen Wassereintrittes in den Kavernenteil Schwarzenbachwerk muss es auch gegen entsprechenden Durchfluss durch Eigengewicht schließen. Geöffnet wird es mit Hilfe des hydraulischen Servomotors, nachdem eine Bypassleitung den Druckausgleich von beiden Seiten des Saugrohrschützes nahezu hergestellt hat.

Die Druckölversorgung des Hubzylinders wird von der Druckölversorgung des hydraulischen Turbinenreglers bereitgestellt.

1.4.2.6 Kühlwasserversorgung Schwarzenbachwerk

a) Allgemeines

Die offene Kühlwasserversorgung versorgt die Pumpturbine (unter anderem Lagerölkühlung, Reglerölkühlung, usw.), Motorgenerator, Maschinentransformator, Kompressoren und Klimaanlage sowie Feuerlöschwasser und Brauchwassersystem. Ausgenommen vom Kühlwassersystem sind Wellendichtung und Labyrinthringe der Pumpturbine. Dieses Wasser wird separat zur Verfügung gestellt.

Im Wesentlichen besteht das Kühlwassersystem aus zwei Haupt-Zirkulationspumpen, einer Hilfs-Kühlwasserpumpe, zwei automatischen Rückspülfiltern, notwendige Absperrarmaturen, Überwachungs- und Steuereinrichtungen sowie Zubehör.

b) Betriebsbedingungen

Mit Hilfe von Zirkulationspumpen wird das Kühlwasser aus dem Unterwasserstollen entnommen, durch automatische Rückspülfilter gefiltert und zu den "Kühlwasser-Verbrauchern" geführt. Anschließend wird das Warmwasser normalerweise wieder in den Unterwasserstollen abgegeben.

Bei entleertem Unterwasserstollen ruht der Betrieb der Anlage. Damit entfallen die Kühlwasserverbraucher, auch eine Notkühlwasserversorgung ist nicht notwendig. Die Löschwasserversorgung kann in diesem Fall über Anschlüsse an der Hochdruckseite, oberwasserseitig des Kugelschiebers der Pumpturbine beziehungsweise der 13 MW Murgmaschine entnommen werden.

Die Wassertemperatur im Unterbecken schwankt jahreszeitlich zwischen 2°C und 25°C. Als Temperaturdifferenz zwischen Kühlereintritt und -austritt werden 5°K, beim Maschinentransformator 15°K, angesetzt.

Bei Betrieb des Pumpspeichersatzes läuft eine Hauptkühlwasserpumpe, die andere Hauptpumpe dient als Reserve. Die Wahl von Betriebspumpe und Reservepumpe geschieht nach den angesammelten Betriebsstunden. Befindet sich der Pumpspeichersatz im Stillstand, läuft nur die Hilfspumpe und die Kühlwasserleitung zum Pumpspeichersatz wird geschlossen.

1.4.2.7 Druckluftversorgung Schwarzenbachwerk

a) Allgemeines

Die Ausrüstung der Druckluftversorgung umfasst:

- Betriebsluftsystem zur Niederdruckluftversorgung
- Blasluftsystem zur Druckluftversorgung für das Ausblasen der Pumpturbine
- Stabilisationsluftversorgung für den Teillastbetrieb der Pumpturbine

b) Betriebsdruckluftsystem

Das Betriebsluftsystem dient zur Bereitstellung der Druckluft für die Motorgeneratorbremse, die Stillstandsichtung der Pumpturbinenwelle, die Generatorableitung, den Windkessel der Lenzpumpenanlage, die mit Druckluft gesteuerten Steuerventile und die Druckluftversorgung, verteilt in den Kavernenteilen für den Einsatz von pneumatischen Werkzeugen für Wartungs- und Reparaturarbeiten.

c) Blasluftsystem

Für den Pumpstart und Phasenschieberbetrieb ist die Pumpturbine innerhalb des Laufradraumes und des oberen Teiles vom Saugrohrkonus leer zu blasen. Die erforderliche Blasluft wird Druckluftspeichern entnommen, die ihrerseits durch Kompressoren nachgeladen werden.

d) Stabilisationsluftversorgung

Für einen schwingungs-, geräusch- und kavitationsarmen Turbinenbetrieb bei Teillast wird der Raum unter dem Pumpturbinenlaufrad zur Stabilisierung in geeigneter Weise mit Dämpfungsluft gespeist. Falls erforderlich, werden hierzu Stabilisationsluftkompressoren vorgesehen.

1.4.2.8 Lenzpumpenanlage Schwarzenbachwerk

a) Allgemeines

Die Lenzpumpenanlage in dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk besteht im Wesentlichen aus den Entwässerungspumpen und den dazugehörigen Rohrleitungen, Armaturen, Windkessel und Überwachungseinrichtungen.

b) Betriebsbedingungen

Die Lenzpumpenanlage hat die Aufgabe

- das in den Kavernenteil Schwarzenbachwerk, den Kavernenteil Transformatoren und den Kavernenteil Murgwerk ständig einsickernde Bergwasser,
- anfallendes Kühlwasser, Steuerwasser und Leckage-Wasser der maschinentechnischen Einrichtungen während des Betriebs des Pumpspeichersatzes,
- das über die Bodenabläufe der Betriebsräume anfallende Wasser;
- die im Revisionsfall anfallende Entleerwassermenge der Pumpturbine, der oberwasserseitigen Druckrohrleitung und/oder des Unterwasserstollens,
- das Kühlwasser, welches bei längerem Phasenschieberbetrieb der Pumpturbine benötigt wird,

ausfallsicher und in ausreichendem Maße vom Pumpensumpf über Pumpen aus der Kraftwerkskaverne abzuleiten.

Das anfallende Wasser wird mit Hilfe der Entwässerungspumpen über eine Entwässerungsleitung DN 450 entlang des Zufahrtsstollens in das Ausgleichsbecken Forbach gefördert.

1.4.2.9 Maschinenhauskran Schwarzenbachwerk

a) Allgemeines

In dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk ist ein Maschinenhauskran vorgesehen. Der Kran hat eine vorläufige Nennlast von 130 t für den Haupthub und 20 t für den Hilfshub.

b) Betriebsbedingungen

Der Maschinenhauskran dient der Erstmontage der elektrischen und mechanischen Ausrüstungen sowie späteren Revisions- und Reparaturarbeiten. Die Krananlagen werden nach einschlägigen Normen DIN EN 13001-1, DIN EN 13001-2 und DIN EN 13001-3-1 sowie DIN 15020 ausgelegt und konstruiert.

Die erforderlichen Funktionstests und Prüfungen mit Prüflasten werden vor Inbetriebnahme des Maschinenhauskrans vorgesehen.

1.4.2.10 Aufzug Schwarzenbachwerk

a) Allgemeines

Die Tragkraft für den Aufzug in dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk beträgt 25 kN beziehungsweise 33 Personen.

b) Betriebsbedingungen

Der Aufzug dient der Beförderung von Personen und Lasten. Für die Konstruktion und Berechnung sind die TRA 2015 und die darin enthaltenen Normen wie DIN EN 81, DIN EN 1808, DIN EN 12016 und DIN 15 309 sowie weitere Aufzugsrichtlinien zu berücksichtigen.

1.4.2.11 Übersicht über die Anlagenteile Murgwerk

Eine Übersicht über das Murgwerk ist auf folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 41: Übersicht Pläne der Anlagenteile des Murgwerks

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Kraftwerkskaverne	B.V.2.1
Kraftwerkskaverne Kavernenteil Murgwerk	B.V.2.11

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Kraftwerkskaverne Generatorflur	B.V.2.16
Kraftwerkskaverne Maschinenhausflur	B.V.2.17
Kraftwerkskaverne Zwischenflur	B.V.2.18
Kraftwerkskaverne Kranbahnflur	B.V.2.19

a) Gesamtkonzept

Die mechanische Ausrüstung für das Murgwerk umfasst alle maschinentechnischen Einrichtungen, die für einen normalen wie auch außergewöhnlichen Betrieb erforderlich sind. Die Bestandteile der maschinenbaulichen Ausrüstung befinden sich in dem Kavernenteil Murgwerk.

Für das Murgwerk sind folgende maschinenbauliche Ausrüstungen vorgesehen:

Tabelle 42: Übersicht über Anlagenteile- und Hauptkomponenten der maschinenbaulichen Ausrüstung des Murgwerks

Anlagenteil	Hauptkomponenten	Kapitel
Francisturbinen	Francisturbine als Kompaktmaschine 13 MW, 5 MW und 0,8 MW (Hausmaschine)	1.4.2.12
Turbinenregler	Je Turbine ein Digital-elektronischer Regler, Elektro-hydraulischer Umsetzer, Druckölversorgung	1.4.2.13
Absperrorgane der Turbinen	Kugelschieber, Saugrohr Drosselklappen	1.4.2.14
Kühlwassersystem	Kühlwasserversorgung für Generatoren, Blocktransformator, Reglerölversorgung	1.4.2.15
Maschinenhauskran	Maschinenhauskran, Kleinhebezeuge	1.4.2.16

b) Betriebsbedingungen

Alle drei Francis-Turbinen sind für dauerhafte Energieerzeugung ausgelegt.

Normalerweise wird/werden die Turbinen mit der Nennleistung 5,0 MW oder/und die Turbine mit der Nennleistung 13,0 MW für die tägliche Energieerzeugung eingesetzt. Die 0,8 MW Turbine dient als Hausmaschine.

Jede Turbine muss Schwarzstartfähigkeit gewährleisten. Daher werden die Turbinen, die Turbinenregler und ihre Hilfseinrichtungen so ausgelegt und ausgeführt, dass sie ohne Netz und nur mit der vorhandenen Batterieleistung gestartet und die erzeugte Leistung in die Eigenbedarfsversorgung eingespeist werden können. Zusätzlich sind die Murgmaschinen für den Inselbetrieb vorgesehen.

Alle drei Maschinensätze werden so ausgelegt und ausgeführt, dass sie allein und miteinander im Inselbetrieb stabil betrieben werden können. Phasenschieberbetrieb ist nicht vorgesehen.

Alle drei Maschinensätze werden von der zentralen Warte ferngesteuert, können aber auch von Hand gefahren werden. Alle Bedienungs- und Überwachungseinrichtungen sind für manuellen und automatischen sowie fernüberwachten Betrieb vorgesehen.

1.4.2.12 Francisturbinen Murgwerk

a) Allgemeines

Im Murgwerk werden drei 1-stufige Francis-Turbinen installiert, die jeweils mit einem Synchron-Generator starr gekoppelt sind.

Alle drei Turbinen werden aus einem gemeinsamen Oberwasserweg mit Triebwasser versorgt, das aus dem Sammelbecken Kirschbaumwasen kommt. Nach der Energiegewinnung wird das Triebwasser über einen gemeinsamen Unterwasserweg an den neuen Kavernenwasserspeicher abgegeben.

Jede Turbine wird hochdruckseitig mit einem Kugelschieber, niederdruckseitig mit einer Drosselklappe ausgerüstet. Die Kugelschieber werden als Notschlussorgan konzipiert. Die Drosselklappen werden ebenfalls notschlussfähig ausgeführt.

b) Betriebsbedingungen

Sämtliche Betriebsmanöver, wie Anfahren, Abstellen und Lastverstellungen usw. erfolgen vollautomatisch. Bei Störungen in der Maschinenautomatik oder bei vorliegender Gefahr kann der Maschinensatz manuell gefahren werden. Durch Verriegelungen wird die Steuerung so abgesichert, dass bei Störungen in der Maschinenautomatik oder bei vom

Betriebspersonal fälschlicherweise erteilten Kommandos der Durchgang des Steuerbefehles blockiert wird, so dass folgenschwere Schäden ausgeschlossen sind.

c) Auslegung der Francis-Turbinen

- Leistung: Die Leistung der Francisturbinen P_T beträgt bei einer Auslegungsfallhöhe H_n von 137,9 m ü. NN:

Turbine 1: 13,0 MW

Turbine 2: 5,0 MW

Turbine 3: 0,8 MW

- Fallhöhenbereich: Der geodätische Fallhöhenbereich für die Turbinen wird durch die Wasserspiegel im Sammelbecken Kirschbaumwasen und die Wasserspiegel im neuen Kavernenwasserspeicher bestimmt. Damit ergeben sich für die Auslegung der drei Francisturbinen die maximale geodätische Fallhöhe von 151,50 m und die minimale geodätische Fallhöhe von 137,90 m
- Einbaukote der Francisturbinen (Achse Einlauf Spirale):
 - Turbine 1 (13,0 MW): 274,16 m ü. NN
 - Turbine 2 (5,0 MW): 273,73 m ü. NN
 - Turbine 3 (0,8 MW): 272,25 m ü. NN

d) Hauptdaten und Hauptkomponenten der Francis-Turbinen

Die Hauptdaten der ausgewählten Francis-Turbinen des Murgwerks sind wie folgt:

Tabelle 43: Hauptdaten der Francis-Turbinen des Murgwerks

Turbinenleistung	MW	13	5	0,8
Turbinentyp		Francis, 1-stufig		
Anordnung des Wellenstranges		horizontal	horizontal	vertikal
Nenndrehzahl	min ⁻¹	750	1000	1500
Einbaukote Spiralmitte	m ü. NN	274,16	273,73	272,25
Nenndurchfluss	m ³ /s	10,3	4,0	0,7

Die jeweiligen Spiralgehäuse sind als Schweißkonstruktionen auszuführen wobei hier auch Alternativen in Kompaktbauweise zugelassen sind. Je nach definitiver Ausführung sind die Spiralen weitestgehend einzubetonieren oder anderweitig aufzustellen und fest im Fundament zu verankern. Zugehörige Entleerungs- und Entlüftungsleitungen sowie Druckmessanschlüsse und weitere Messeinrichtungen sind ebenfalls vorgesehen. Die

geeigneten und notwendigen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen sind maschinennah angebracht, so dass ein sicherer Betrieb des Maschinensatzes gewährleistet ist.

1.4.2.13 Turbinenregler Murgwerk

a) Allgemeines

Jede Turbine ist mit einem Turbinenregler ausgerüstet, der aus einem digital-elektronischen Teil und einem öl-hydraulischen Teil besteht. Der digital-elektronische Regler wird in einen Steuerschrank eingebaut.

Die Druckölversorgung wird nahe den Turbinen angeordnet und versorgt neben den Turbinenreglern auch den oberwasserseitigen Kugelschieber und die unterwasserseitige Drosselklappen.

Die Druckölversorgung für die Turbinenregler, den Kugelschieber und die Drosselklappen besteht im Wesentlichen aus dem Reglerölbehälter, den Reglerölpumpen, Ölfilter, dem Kolbenspeicher, den Stickstoff- Flaschen sowie den erforderlichen Rohrleitungen und Absperrarmaturen. Der Nenndruck des Reglerölsystems soll für einen Druck von PN 160 ausgelegt sein.

Bei der Reglerkonzipierung werden die Anforderungen gemäß IEC 60308 und IEC 61362 berücksichtigt.

1.4.2.14 Absperrorgane der Turbinen Murgwerk

a) Allgemeines

Als oberwasserseitiges Abschlussorgan der jeweiligen Turbine ist ein Kugelschieber am Spiralstutzen vorgesehen. Unterwasserseitig werden die Turbinen nach dem Saugrohr durch Drosselklappen abgesperrt.

Alle für die Sicherheit notwendigen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen sind an geeigneter Stelle der Absperrorgane angebracht.

b) Betriebsbedingungen

Oberwasserseitige Kugelschieber der Francis-Turbinen

Die Kugelschieber bilden den hochdruckseitigen Betriebsabschluss zur jeweiligen Turbine und dienen dazu diese im Stillstand oder im Falle einer Störung gegen die Hochdruckseite

abzusperren. Die Kugelschieber dienen gleichfalls als Notabschluss-Armatur, falls die Leitschaufeln der Francis-Turbine nicht geschlossen werden können oder eine Havarie auftreten sollte. Aus vorgenannten Gründen sind die Kugelschieber und deren Antriebsmechanismen für das Schließen beim Konstruktionsdurchfluss (2-facher maximaler Durchfluss bei maximaler Fallhöhe) ausgelegt.

Das Schließen des Kugelschieber-Drehkörpers erfolgt über ein Schließgewicht, das Öffnen mit Hilfe eines einfach-wirkenden Ölservomotors, der von der Hydraulikeinheit des Turbinenreglers versorgt wird. Auch die Ventile in den beiden Bypassleitungen werden mit Drucköl gesteuert. Die Druckölversorgung wird vom Drucköl der Turbinenregler bereitgestellt.

Die Betätigung der Schieberinge der Betriebs- und Revisionsdichtung erfolgt in beide Richtungen durch gefiltertes Druckwasser, welches von der Verteilrohrleitung entnommen wird.

Unterwasserseitige Drosselklappen der Turbinen

Jede der drei Francis-Turbinen wird unterwasserseitig nach dem Saugrohr mit einer Drosselklappe ausgerüstet. Die Drosselklappe dient als Revisionsverschluss und bleibt im Normalbetrieb einschließlich Stillstand der Turbine in der Offenstellung. Lediglich bei Wartungsarbeiten an der Turbine oder im Falle eines Wassereintrittes in die Kraftwerkskaverne werden sie geschlossen.

Das Schließen der Drosselklappen erfolgt über ein Schließgewicht, das Öffnen mit Hilfe eines einfach-wirkenden Ölservomotors. Die Druckölversorgung wird vom Drucköl der Turbinenregler bereitgestellt.

1.4.2.15 Kühlwasserversorgung Murgwerk

a) Allgemeines

Zur Kühlwasserversorgung aller Einrichtungen im Murgwerk wird ein offenes Kühlwassersystem für alle Maschinen bereitgestellt, welches Zirkulationspumpen, automatischen Rückspülfilter, notwendige Absperrarmaturen, Motor-Control-Center, Überwachungs- und Steuereinrichtungen sowie Zubehör enthält wobei auch alternative Angebote zugelassen werden. Das Wasser wird zur Kühlung von Generatoren (Luft-Wasser-Wärmetauscher, Lagerölversorgung), Blocktransformator und Reglerölversorgung benötigt.

Das Kühlwasser für die Wellendichtung kommt separat aus dem Kugelschieber-Gehäuse, falls erforderlich.

Das Wasser wird zur Kühlung von Generatoren (Luft-Wasser-Wärmetauscher, Lagerölversorgung), Blocktransformator und Reglerölversorgung benötigt.

Es werden zwei große und eine kleine Kühlwasserpumpen installiert. Beim Betrieb der 13 MW-Maschine läuft eine große Kühlwasserpumpe, beim Betrieb der anderen Maschinen getrennt oder zusammen läuft die kleine Kühlwasserpumpe. Die andere große Kühlwasserpumpe dient als Reserve.

b) Betriebsbedingungen

Mit Hilfe von Zirkulationspumpen wird das Kühlwasser aus dem Saugrohr der 5 MW- und/oder der 13 MW Turbine entnommen, durch automatische Rückspülfilter gefiltert und zu den "Kühlwasser-Verbrauchern" geführt. Anschließend wird das Warmwasser wieder in das/die Saugrohr(e) abgegeben.

Bei entleertem Unterwasserstollen ruht der Betrieb der Anlage. Damit entfallen die Kühlwasserverbraucher und auch eine Notkühlwasserversorgung ist nicht notwendig.

Die Temperatur des Triebwassers schwankt jahreszeitlich zwischen 2°C und 25°C. Als Temperaturdifferenz zwischen Kühleintritt und -austritt werden 5°K, beim Murgwerktransformator 15°K, angesetzt.

1.4.2.16 Maschinenhauskran Murgwerk

a) Allgemeines

In dem Kavernenteil Murgwerk ist ein Maschinenhauskran vorgesehen. Der Kran hat eine vorläufige Nennlast von 60 t für den Haupthub und 5 t für den Hilfshub.

b) Betriebsbedingungen

Der Maschinenhauskran dient der Erstmontage der elektrischen und mechanischen Ausrüstungen sowie späteren Revisions- und Reparaturarbeiten. Die Krananlagen werden nach einschlägigen Normen DIN EN 13001-1, DIN EN 13001-2 und DIN EN 13001-3-1 sowie DIN 15020 ausgelegt und konstruiert.

Die erforderlichen Funktionstests und Prüfungen mit Prüflasten werden vor Inbetriebnahme des Maschinenhauskrans vorgesehen.

1.4.3 Elektrotechnische Ausrüstung

Die elektrotechnische Ausrüstung des Schwarzenbachwerks sowie des Murgwerks ist in folgenden Übersichtsschaltplänen dargestellt:

Tabelle 44: Übersicht Schaltpläne der Elektrotechnischen Ausrüstung

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Elektrotechnik RWF	B.V.12.1
Elektrotechnik Neue Unterstufe	B.V.12.2

1.4.3.1 Allgemeines

Im Schwarzenbachwerk ist neben dem Maschinensatz und seinen Nebenanlagen auch die gesamte Eigenbedarfsversorgung untergebracht. Das Murgwerk wird aus diesen Anlagen versorgt und hat eigene Maschinen-Unterverteilungen.

Die erzeugte Energie wird über ein 110-kV Kabelsystem, durch den Energieableitungsstollen in das RFW, abgeführt.

Die Fremdeinspeisung erfolgt über ein 20-kV Kabel aus dem RFW.

1.4.3.2 Übersicht für die Anlageteile Schwarzenbachwerk

a) Motor-Generator mit Nebeneinrichtungen

Im Turbinen-Generatorbetrieb dient der Synchron-Motor-Generator zur Erzeugung von elektrischer Energie, die über den Maschinentransformator (Blockschaltung) in das 110-kV Netz gespeist wird. Im Pump-Motorbetrieb nimmt der Synchron-Motor-Generator die entsprechende Leistung aus dem 110-kV Netz auf und treibt die Pumpe an. Das Anfahren in den Pumpbetrieb erfolgt über einen statischen Anfahrumschalter.

Der Maschinensatz wird in senkrechter Bauform (IM8425/W41) ausgeführt und ist mit der Pumpturbine starr gekuppelt. Der Motor-Generator ist über das Energieüberleitungssystem mit dem Maschinentransformator verbunden.

Die Kühlung des Motor-Generators erfolgt durch mehrere Luft-Wasser-Wärmetauscher.

Der Synchron-Motor-Generator ist mit einer statischen Erregereinrichtung ausgerüstet. Die Energie für die Erregung wird der Generatorableitung zwischen Synchronmaschine und Generatorschalter entnommen und über den gießharzisierten Haupt-Erregertransformator den Stromrichterschränken zugeführt.

Zur Sicherstellung der Erregerleistung beim Anfahren, dem elektrischen Bremsvorgang sowie für Schutzfahrten speist der Hilferregertransformator die Stromrichterschränke. Der Hilferregertransformator wird überspannungsseitig an das Eigenbedarfsnetz angeschlossen. Die Erregungseinrichtungen werden in dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk angeordnet.

Der Anfahrumsrichter dient zum Anfahren des Maschinensatzes in den Pump- und den Phasenschieberbetrieb. Das Anfahren in den Turbinenbetrieb erfolgt hydraulisch, unterstützt durch den Anfahrumsrichter, insbesondere zum schnelleren Synchronisieren. Der Anfahrumsrichter wird auch zur Synchronisierung des Maschinensatzes in Pump- und Turbinenbetrieb mit dem Netz eingesetzt. Zum Stillsetzen des Maschinensatzes aus allen Betriebsarten wird der Anfahrumsrichter zur Energierückgewinnung während des Bremsvorgangs genutzt. Der Anfahrumsrichter bezieht im Betrieb die Leistung über einen Stromrichtertransformator aus der 10,5-kV Eigenbedarfsschaltanlage.

b) Energieüberleitungssystem für den Motor-Generator

Das dreiphasige Hochstrom-Schienensystem (Generatorableitung) mit einphasiger coaxialer Kapselung dient zur Ableitung der erzeugten elektrischen Energie im Turbinenbetrieb über den Maschinentransformator in das Hochspannungsnetz beziehungsweise zum Bezug der elektrischen Antriebsenergie im Pumpbetrieb. Es beinhaltet neben den erforderlichen Leistungs- und Trennschaltern auch die Überspannungsableiter, Strom- und Spannungswandler. Vom gekapselten Schienensystem sind Abzweigungen zu den Kurzschlussstrombegrenzungs-drosseln mit 10,5-kV Eigenbedarfsschaltanlage, zum Bremsschalter, zum Erdungstransformator, zum maschinenseitigen Anfahrumsrichter und zu den Spannungswandler-Sätzen vorgesehen.

Mit einem Stromschienensatz aus Aluminium mit Ringkern-Stromwandlern und Isolatoren wird der Sternpunkt des Synchron-Motor-Generators gebildet.

c) Maschinentransformator

Der Maschinentransformator dient als Verbindungsglied zur Übertragung der Leistung zwischen Synchron-Motor-Generator und dem 110-kV Netz. Zu dem Maschinentransformator gehört die Transformatorkühleinrichtung.

Die Aufstellung des Maschinentransformators erfolgt in der Transformatorkaverne. Die Einbringung des Maschinentransformators erfolgt über den Zufahrtsstollen (circa 10 % Gefälle).

Unter dem Maschinentransformator befindet sich eine Ölauffangwanne. Diese ist mit flammenhemmenden Lichtgitterrosten abgedeckt.

Der Maschinentransformatorraum wird mit einer Löschanlage ausgerüstet.

Unterwasserseitig (Sekundärseite) wird der Maschinentransformator an die Generatableitung (10,5 (12)-kV Hochstromschienen mit einphasiger luftisolierter coaxialer Kapselung) angeschlossen.

Oberwasserseitig (Primärseite) wird an den Maschinentransformator eine SF6-Schienenkonstruktion angeschlossen, d. h. die Durchführung geht von Öl in SF6-Gas. Die Schienenkonstruktion dient zur Aufnahme der Überspannungsableiter und der Kabelendverschlüsse. Die weitere Verbindung zwischen der gasisolierten Rohrschienenkonstruktion in der Transformatorkaverne zur 110-kV SF6-isolierten Schaltanlage im RFW erfolgt über drei einphasige 110-kV VPE-Kabel.

In der Transformatorenkaverne werden neben dem Maschinentransformator auch die Transformatoren für den Anfahrumrichter aufgestellt.

d) 110-kV Energieableitung

Die 110-kV Energieableitung besteht aus der OS-seitigen SF6-Schienenkonstruktion zur Aufnahme der Überspannungsableiter und der 110-kV Kabelendverschlüsse. Die weitere Verbindung zur 110-kV SF6-isolierten Schaltanlage im RFW erfolgt über drei einphasige 110-kV VPE-Kabel.

Die 110-kV Kabel verlaufen von der Transformatorenkaverne durch den Energieableitungsstollen. Vom Portal des Stollens werden die Kabel bis zum bestehenden Schaltheus in einem begehbaren Kabelkanal verlegt. Die Verlegung durch das Schaltheus erfolgt auf Kabelpritschen bis zur gasisolierten Schaltanlage.

e) Elektrische Schutzeinrichtungen

Es werden digitale, multifunktionale Schutzgeräte vorgesehen für:

- Motor-Generator mit Erregeranlage, Generatableitung, Maschinentransformator
- 110-kV Energieableitung

- Mittelspannungsanlagen

Die elektrischen Schutzeinrichtungen dienen der Erkennung von abnormalen Betriebszuständen und Störungen. Hierzu werden die entsprechenden elektrischen Messgrößen den Schutzrelais zugeführt und ausgewertet. Im Störfall werden die erforderlichen Betätigungsorgane wie z. B. Leistungsschalter selektiv ausgeschaltet. Das Schutzsystem wird so ausgelegt, dass eine Redundanz jederzeit gewährleistet ist und auch bei Ausfall einer Komponente oder Funktion der Störfall sicher beherrscht werden kann.

f) Eigenbedarfsversorgung

Im Regelfall erfolgt die Eigenbedarfsversorgung über die an das Energieüberleitungssystem des Motor-Generators angeschlossene 10,5-kV Eigenbedarfsschaltanlage.

Durch das Synchronisieren des Synchron-Motor-Generators über den Generatorleistungsschalter bleibt der Maschinentransformator auch bei Maschinenstillstand unter Spannung, womit eine sichere Eigenbedarfsversorgung zur Verfügung steht.

Des Weiteren steht für die Versorgung des Eigenbedarfs die Fremdeinspeisung aus der 20-kV MS-Schaltanlage des RFW zur Verfügung.

Für den Betrieb sind beide Einspeisungen gleichwertig und das Kraftwerk verfügt somit, mit zwei unabhängigen Einspeisungen, über eine sichere Eigenbedarfsversorgung.

Bei Spannungsausfall 110-kV wird über die Versorgung aus dem RFW auch eine Notversorgung sichergestellt, da hier die zwei Murgmaschinen und die Hausmaschine in das 20-kV Netz einspeisen.

Die Mittelspannungsschaltanlagen dienen der Spannungsversorgung des Elektrischen Eigenbedarfs und der Versorgung der zugehörigen Außenanlagen. Die Mittelspannungsschaltanlagen können grundsätzlich in luftisolierter Bauweise und in SF₆-isolierter Bauweise ausgeführt werden. Je nach Einsatzzweck wird die Ausführungsart der Schaltanlagen in der Ausschreibungsplanung festgelegt.

Für die Niederspannungsversorgung werden modular aufgebaute und nach VDE 0660 Teil 500 gefertigte TSK-Anlagen (typgeprüfte Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen) als Hauptverteilung, Motorverteilung und Unterverteilung eingesetzt. Die Anlagen werden in störlichtbogen-sicherer Ausführung ausgeführt.

Eine 220-VDC-Batterieanlage mit entsprechenden Ladegeräten und Steuereinrichtungen ist zur Versorgung der Steuerungs-, Leit-, Regelungs- und Kommunikationstechnikssysteme vorgesehen.

Die gesicherte Wechselspannungsanlage versorgt alle sicherheitsrelevanten Wechselspannungsverbraucher (Notbeleuchtung, Rechnersysteme der Prozessleittechnik etc.).

Die Wechselrichter werden aus der 220 VDC Anlage gespeist. Sie besitzen eine EUE-Einheit und eine Handumschaltung auf die 400 VAC NSHV.

g) Erdung, Blitzschutz, Überspannungsschutz und Potenzialausgleich

Es wird eine Erdungs- und Blitzschutzanlage vorgesehen, bestehend aus erdverlegten Kupfer- Erdseilen unter Einbeziehung der Betonarmierungen. Alle leitfähigen Teile einschließlich des Blitzschutzes werden in die Erdung und in den Potentialausgleich im Anlagenraum einbezogen.

1.4.3.3 Übersicht über die Anlagenteile Murgwerk

a) Generatoren mit Nebeneinrichtungen

Für die Turbinen-Generator-Einheiten sind Kompakt-Maschinensätze vorgesehen.

Jede Francis-Turbine ist mit einem bürstenlosen Synchron-Generator (Hauptgenerator als Innenpolmaschine, Erregergenerator als Außenpolmaschine) mit eingebauter Erregermaschine starr gekoppelt. Die Leistung und die Wellen-Anordnung des Generators entsprechen denen der Francis-Turbine.

Die Generatoren sowie ihre Hilfs- und Nebeneinrichtungen werden mit allen erforderlichen Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen, Messgeräten und Anzeigeinstrumenten ausgerüstet, die für den manuellen wie auch automatischen Betrieb mit Anfahren, Abstellen sowie zur Betriebsüberwachung erforderlich sind.

Die Generatoren aller drei Murgmaschinen werden für Normalbetrieb am Netz (Netzparallelbetrieb), Schwarzstart- und Inselbetriebsfähig ausgeführt.

Die Anlagen sind als sogenannte Standard-Kompaktmaschinensätze (als Komplettlösung mit bürstenloser Erregung und Turbinenregler) geplant.

Die Kühlung der Generatoren erfolgt durch Luftkühlung mit Wasserrückführung.

Der Generator ist mit eingebautem Spannungsregler, eingebautem $\cos \varphi$ -Regler und Blindstromregler ausgerüstet. Der Spannungsregler wird verschiedene Begrenzungs- und Schutzfunktionen bieten. Gegebenenfalls wird der Spannungsregler mit in den Schrank des Turbinenreglers eingebaut. Für die Rotorerdschlusserfassung sind Schleifringe vorzusehen und für die Drehzahlerfassung wird eine Vielfach (hoch aufgelöst) Zahnscheibe mit Induktiven Aufnehmer vorgesehen.

Die Generatoren (gilt für den gesamten Maschinensatz) sind entsprechend den TAB der Netze-BW auszulegen (Spannungs- und Frequenzregelbereiche, Leistungsfaktor, Blindleistungsbereitstellung).

b) Energieüberleitungssystem für die Generatoren

Die von den drei Generatoren des Murgwerk erzeugte elektrische Energie wird über Kabel in die 6,3-kV Mittelspannungsschaltanlage des Murgwerk eingespeist.

Die 6,3-kV Mittelspannungsschaltanlage wird als Leistungsschalter-Schaltanlage aufgebaut. Hier werden die 6,3-kV Maschinen mit dem Netz synchronisiert. Von dieser Schaltanlage wird der Blocktransformator Murgwerk eingespeist und die Spannung auf 20-kV transformiert. An die Primärseite des Blocktransformators werden die 20-kV Energieableitungskabel ins RFW, über Stecker, direkt angeschlossen.

c) Murgwerk-Transformator

Der Murgwerk-Transformator dient als Verbindungsglied zur Übertragung der Leistung aus der 6,3-kV Mittelspannungsschaltanlage und dem 20-kV Netz. Zu dem Murgwerk-Transformator gehört die Transformatorkühleinrichtung.

Die Aufstellung des Murgwerk-Transformators erfolgt in der Transformatorkaverne. Die Einbringung des Murgwerk-Transformators erfolgt über den Zufahrtsstollen (circa 10 % Gefälle).

Unter dem Murgwerk-Transformator befindet sich eine Ölauffangwanne. Diese ist mit flammenhemmenden Lichtgitterrosten abgedeckt.

Der Transformator-Raum wird mit einer Löschanlage ausgerüstet.

Der unterwasserseitige sowie der oberwasserseitige Anschluss des Murgwerk-Transformators erfolgt über feststoffisolierte, steckbare Anschlüsse für Leistungstransformatoren. Der Murgwerk-Transformator wird dafür mit den entsprechenden Durchführungen (MV-CONNEX Transformatorenanschlusssteile) ausgerüstet.

d) 20-kV Energieableitung

Die erzeugte elektrische Energie wird zwischen Murgwerk-Transformator und 20-kV Schaltanlage im RFW mittels einer 20-kV Mittelspannungs-Kabelstrecke übertragen. Das Kabel wird über den gleichen Weg wie das 110-kV Kabel der Unterstufe, also über den Energieableitungsstollen geführt.

e) Elektrische Schutzeinrichtungen

Es werden digitale, multifunktionale Schutzgeräte vorgesehen für:

Generatoren mit Erregeranlagen, Generatorableitung, Murgwerk-Transformator

20-kV Energieableitung

Mittelspannungsanlagen

Die elektrischen Schutzeinrichtungen dienen der Erkennung von abnormalen Betriebszuständen und Störungen. Hierzu werden die entsprechenden elektrischen Messgrößen den Schutzrelais zugeführt und ausgewertet. Im Störfall werden die erforderlichen Betätigungsorgane wie z. B. Leistungsschalter selektiv ausgeschaltet. Das Schutzsystem wird so ausgelegt, dass eine Redundanz jederzeit gewährleistet ist und auch bei Ausfall einer Komponente oder Funktion der Störfall sicher beherrscht werden kann.

f) Eigenbedarfsversorgung

Die Eigenbedarfsversorgung des Murgwerks wird aus den Eigenbedarfs-Anlagen des Schwarzenbachwerks durchgeführt. Hierzu werden Unterverteilungen 400 V AC und 220 V DC installiert. Diese werden als MCC-ausgeführt, da alle Hilfsbetriebe der Maschinen und alle Absperrorgane der Wasserwege Murgwerk in der Kraftwerkskaverne hierüber versorgt werden. Falls auch 400 V AC erforderlich werden, wird eine Direktverkabelung in den Nebenanlagenblock ausgeführt.

Für die Niederspannungsversorgung werden modular aufgebaute und nach VDE 0660 Teil 500 gefertigte TSK-Anlagen (typgeprüfte Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen) eingesetzt. Die Anlagen werden in störlichtbogen-sicherer Ausführung ausgeführt.

g) Erdung, Blitzschutz, Überspannungsschutz und Potenzialausgleich

Es wird eine Erdungs- und Blitzschutzanlage vorgesehen, bestehend aus erdverlegten Kupfer- Erdseilen unter Einbeziehung der Betonarmierungen. Alle leitfähigen Teile einschließlich des Blitzschutzes werden in die Erdung und in den Potentialausgleich im Anlagenraum einbezogen.

1.4.4 Leittechnik

Das Schwarzenbachwerk und das Murgwerk werden mit einem modernen und kraftwerkserprobten, hochverfügbarem Prozessleitsystem ausgerüstet, welches aus folgenden Elementen besteht:

- Leit-, Bedien- und Beobachtungsebene mit Langzeitarchivierungssystem
- Automatisierungsebene mit dezentralen Automatisierungseinheiten
- individuelle Maschinenautomatik mit Steuerungsfunktionen und automatisierten Schritketten zur Betriebsführung
- Schnittstellen-Komponenten inklusive Firewalls oder ähnlicher Schutzmaßnahmen gegen unbefugten Zugriff zur PLS-Anbindung an externe Systeme
- Überflutungsschutzsystem als integraler Bestandteil des PLS

Ein hoher Automatisierungsgrad für das Schwarzenbachwerk und das Murgwerk sowie eine komfortable Bedien- und Beobachtungsoberfläche ermöglichen eine optimale Prozessführung. Im Normalfall wird die Kraftwerkskaverne aus der bestehenden Warte des RFW in Forbach bedient und beobachtet. Mehrere "Vor Ort"-Bedienmöglichkeiten direkt im Schwarzenbach- und Murgwerk sind zusätzlich gegeben.

Übergeordnete externe EnBW-Leitstellen werden an das Prozessleitsystem angebunden, um eine bidirektionale Datenfernübertragung zwischen Kraftwerk und EnBW-Lastverteiler beziehungsweise Netzleitstelle zu gewährleisten.

1.4.5 Technische Gebäudeausrüstung

1.4.5.1 Licht und Kraftinstallationen

a) Allgemeines

Für das Schwarzenbachwerk und das Murgwerk einschließlich des Zufahrtsstollens mit Portalgebäude, des Schutterstollens, des Energieableitungstollens und des Messstollens ist die elektrotechnische Anlage für den allgemeinen Bedarf zu errichten. Darüber hinaus sind die beiden Drosselklappenkammern (Murgstollen, Schwarzenbachstollen) mit ihren Zugangstollen elektrotechnisch auszurüsten.

Es sind alle einschlägigen aktuellen Normen (EN, DIN, VDE) sowie bauaufsichtlichen und brandschutztechnischen Bestimmungen bei der Errichtung der elektrotechnischen Anlage einzuhalten.

Die Gesamtanlage besteht aus der Allgemeinbeleuchtung, der Notbeleuchtung und der Anlage für Drehstromsteckdosen.

Die Schnittstellen zu den übergeordneten Anlagen sind für die

- Allgemeinbeleuchtung: Die 400 V AC-Hauptverteilungen
- Notbeleuchtung: Die 220 V DC-Hauptverteilungen und 400 V ACg-Hauptverteilungen (gesicherte 400 V)
- Steckdosenkombinationen: Die 400 V AC-Hauptverteilungen

Die Allgemein- und Notbeleuchtung werden über entsprechende Unterverteilungen versorgt, die an die Hauptverteilungen angeschlossen werden. Die Steckdosenkombinationen werden direkt an die Hauptverteilungen angeschlossen.

Als Verteilungen werden Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen nach DIN EN 61439-1(-2) (VDE 0660-1(-2)) mit Bauartnachweis eingesetzt. Die Nennisolationsspannung beträgt 660 V AC bzw. 800 V DC. Als Netzform ist bei allen drei Anlagenteilen ein durchgängiges TN-S-System aufzubauen. Die Verteilungen der Notbeleuchtung werden über die gesicherte Wechselspannung 400 V ACg versorgt.

b) Allgemeinbeleuchtung

Die Allgemeinbeleuchtung für die Kraftwerkskaverne wird entsprechend der DIN EN 12464-1 Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten ausgeführt. In dieser Norm sind die spezifischen Anforderungen der Beleuchtung wie erforderlicher Wartungswert der Beleuchtungsstärke, Blendungsbegrenzung, Gleichmäßigkeit und Farbwiedergabe entsprechend der Arbeitsaufgabe geregelt.

c) Notbeleuchtung

Das Schwarzenbachwerk und das Murgwerk sind entsprechend der Arbeitsschutzrichtlinien eine Arbeitsstätte mit besonderer Gefährdung, da sie eine Grundfläche größer 100 m² haben und sich unter Tage (kein Tageslicht) befinden. Für diese Arbeitsstätte wird gemäß DIN EN 1838 eine Notbeleuchtung gefordert. Die Sicherheitsbeleuchtungsanlagen sind entsprechend der DIN EN 50172 bzw. VDE V 0108-100 zu errichten.

Die Notbeleuchtung für das Schwarzenbachwerk und das Murgwerk gliedert sich nach dieser Norm in Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege und Sicherheitsbeleuchtung für Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung.

Auf der Mittellinie von Rettungswegen/Fluchtwegen (2 m breit) ist nach der DIN EN 1838 ein minimaler Wartungswert der Beleuchtungsstärke von 1 lx erforderlich. Die Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege wird im Zuge der Sicherheitsbeleuchtung für Arbeitsstätten zum Teil mit realisiert. Weiterhin werden die Fluchtwege durch entsprechende Sicherheitskennzeichen (Piktogramme) kenntlich gemacht. Für die Rettungswegkennzeichnung werden entsprechende Piktogramm-Leuchten verwendet, die in Dauerschaltung über die redundante 220 V DC-Anlage betrieben werden. Es ist pro Raum mindestens ein Piktogramm über der Tür in Richtung Fluchtweg vorgesehen. Bei Bedarf werden für die Kennzeichnung des Rettungsweges (Einhaltung der Sichtweiten, mehrere Türen) weitere Piktogramme entsprechend DIN EN 1838 vorgesehen.

Für die Sicherheitsbeleuchtung von Arbeitsstätten mit besonderer Gefährdung wird nach DIN EN 1838 ein Wartungswert der Beleuchtungsstärke von gleich oder größer 10 % des Wertes für die Allgemeinbeleuchtung nach DIN EN 12464-1 gefordert. Der Mindestwert beträgt 15 lx. Die Gleichmäßigkeit muss mindestens 0,1 betragen. Für die Sicherheitsbeleuchtung des Murgwerks und des Schwarzenbachwerks werden 20 % des Wartungswertes der Allgemeinbeleuchtung festgelegt. Realisiert wird die Sicherheitsbeleuchtung mit Hilfe der entsprechenden Anzahl von Leuchten der Allgemeinbeleuchtung, die an separate Stromkreise der Sicherheitsbeleuchtung (2. unabhängige Stromversorgung) angeschlossen werden. Auf diese Weise wird realisiert, dass die Sicherheitsbeleuchtung unterbrechungsfrei zur Verfügung steht und nur in den für den Aufenthalt und die Arbeit notwendigen Räumen eingeschaltet ist (Entlastung der 220 V DC-Batterieanlage und der Wechselrichter).

d) Installationsgeräte

In der Kraftwerkskaverne werden für den Anschluss ortsveränderlicher Geräte (z. B. Heizer, Entfeuchter, Elektrowerkzeuge und -maschinen, Scheinwerfer usw.) 63 A-Steckdosenkombinationen vorgesehen.

Für den Anschluss allgemeiner fester Drehstromverbraucher stehen in den einzelnen Ebenen Unterverteilungen zur Verfügung, die an die Hauptverteilung (redundante Einspeisung) angeschlossen werden.

e) Verlegesysteme und Kabel

Beim Einsatz der Verlegesysteme und bei den Kabelverlegearbeiten sind die Forderungen, die aus der Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie resultieren, konsequent zu erfüllen.

Für die Aufnahme der Kabel und Leitungen der allgemeinen elektrotechnischen Anlage (Licht und Kraft) sind umfangreiche Verlegesysteme vorgesehen. Die Verlegesysteme gliedern sich in Tragsysteme (Anwendung bei Kabeltrassen) und in Leitungsführungssysteme (Verlegung einzelner Kabel und Leitungen zu den Betriebsmitteln).

In der Kraftwerkskaverne und den Stollen werden grundsätzlich für die allgemeine elektrotechnische Anlage nur schwer entflammbare, halogenfreie Kabel und Leitungen eingesetzt. Die Kabel und Leitungen müssen das VDE-Prüfzeichen besitzen.

Zu den Unterverteilungen der Notbeleuchtung werden Kabel mit Funktionserhalt E30 verwendet.

Nach Beendigung der Kabel- und Leitungsverlegearbeiten werden die Brandschotte (S 90) zwischen den Brandabschnitten hergestellt.

f) Potentialausgleich und Erdung

Zwischen den leitfähigen Teilen der Anlage für die allgemeine Elektrotechnik ist der Potenzialausgleich untereinander herzustellen. Hierzu gehört das leitfähige Verbinden der Metallteile des Tragesystems (Kabelleiter, Kabelrinnen usw.). Ebenfalls sind die Metallkonstruktionen (Stahlpodeste, Leitern, Bühnen, Geländer usw.) der Kraftwerkskaverne in den Potenzialausgleich und die Erdungsmaßnahmen einzubeziehen.

g) Drosselklappenkammern

Die Drosselklappenkammern der Oberwasserstollen von Murgwerk und Schwarzenbachwerk werden elektrotechnisch ausgerüstet. In den Drosselklappenkammern befindet sich die Klappe zum Schließen der Druckleitungen der Maschinen des Schwarzenbachwerks und des Murgwerks. Die Ausrüstung erfolgt ähnlich wie in der Kraftwerkskaverne. Auf eine stationäre Sicherheitsbeleuchtung wird verzichtet, da die Drosselklappenkammern lediglich zur Revisionen und Kontrollgängen aufgesucht werden. Am Anfang des Zugangsstollens werden zwei Akku-Sicherheitsleuchten positioniert, die bei einer Begehung mitgeführt werden müssen.

1.4.5.2 Baustrom

Die Baustromversorgung ist in folgendem Plan dargestellt:

Tabelle 45: Übersicht Pläne Baustrom

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Medientrassen	B.V.14.6

Für das Herstellen des Zufahrtsstollens, des Schutterstollens, des Energieableitungsstollens, des Messstollens und der Kraftwerkskaverne einschließlich Kavernenwasserspeicher ist Baustrom notwendig. Für die Baustromversorgung wird eine maximal gleichzeitig benötigte Leistung von 2 MW in Ansatz gebracht.

Realisiert wird die Baustromversorgung mit Hilfe von mobilen Trafostationen (circa 6 Stück), die über Leitungstrasse miteinander verbunden werden. Die Leitungstrassen werden über entsprechende Halter an den Felswänden der Stollen und der Kraftwerkskaverne befestigt bzw. auf Erdspeisen verlegt. Der Anschluss der Baustromversorgung erfolgt vorzugsweise am MS-Netz des RFW.

Die Baustromversorgung der Drosselklappenkammern des Schwarzenbachwerks und des Murgwerks erfolgt ausgehend von einer vorhandenen 20-kV Station an der Rohrbahn über Mittelspannungsleitungstrassen auf Kabelspeisen auf der Rohrbahn und von dort entlang der bestehenden Forststraßen zu den Portalen der Zugangsstollen Schwarzenbachwerk und Murgwerk.

1.4.5.3 Kommunikations-, Informations- und Sicherheitstechnik

Die Kommunikations-, Informations- und Sicherheitstechnik sind in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 46: Übersicht Pläne KIS

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Technische Gebäudeausrüstung Schwarzenbachwerk und Murgwerk	B.V.14.1
Technische Gebäudeausrüstung Schwarzenbachwerk	B.V.14.2
Technische Gebäudeausrüstung Murgwerk	B.V.14.3
Technische Gebäudeausrüstung Portalgebäude Zufahrtsstollen	B.V.14.4
Technische Gebäudeausrüstung Drosselklappenkammern Murg- und Schwarzenbach	B.V.14.5

a) Allgemeine Angaben

Das KIS für das Schwarzenbachwerk und das Murgwerk ist ein Sicherheitsmanagement- und Überwachungssystem zur Informations- sowie Statusanzeige.

b) Brandmeldeanlage

Die Brandmeldeanlage der Unterstufe ist als Teil der Bestandsanlage (Fabrikat Hekatron) des RFW vorgesehen. Sie wird aus Brandmeldeunterzentralen mit Melderperipherie im Schwarzenbachwerk und im Murgwerk, in den Drosselklappenammern und im Zufahrtsstollen bestehen. Redundante Strukturen der Unterzentralen gewährleisten bei einem Systemfehler den Erhalt sämtlicher Funktionen. Alle Informationen der überwachten Bereiche werden der Leitstelle des RFW zugeführt. Eine Systembedienung kann von jeder Teilzentrale und in der Leitstelle des RFW erfolgen.

Bei einer Branddetektion wird an der zuständigen Brandmeldeunterzentrale ein optischer und akustischer Alarm durch Signalgeber veranlasst. Es erfolgt ein Datenaustausch mit der Leitzentrale des RFW und dem Prozessleitsystem. Brandfall- und Meldeszenarien sind einsatzbereit in den BMUZ hinterlegt. Sie aktivieren entsprechende Feuerlöscheinrichtungen, z. B. lokale Ventilstationen, Sprinkleranlagen, Brandklappen, Rauchabzugseinrichtungen und eine zentrale Druckerhöhungsanlage zur Schnell-Befüllung der Löschwasserleitungen. Genannte Ausrüstungen werden durch Netzwerk-Schaltmodule angesteuert. Räume mit automatischer Löscheinheit werden zur Branderkennung durch Zweimelder-Abhängigkeit überwacht. Zur Branddetektion kommen Sensoren mit geeigneten Funktionsprinzipien und aktiver Eigenüberwachung zum Einsatz. Sie werden flächendeckend in den Anlagenbereichen installiert. In Zwischenböden montierte Melder erhalten eine Meldeparallelanzeige. Sabotagen oder Fehler werden durch die Brandmeldezentralen gemeldet. Für manuelle Meldungen eines Brandes sind Handmelder in den Bereichen vorgesehen.

Als Anlaufpunkt für die Feuerwehr bei Alarmauslösung dient das Portalgebäude Zufahrtsstollen (Festlegung Feuerwehr/EnBW/RFW). Dort befinden sich die entsprechenden Informations-, Bedien- und Freischalteinrichtungen. Das Feuerwehr-Informations- und Bediensystemzentrum ist im Eingangsbereich des Portalgebäudes untergebracht. Als Erstanlaufpunkt sowie für den Zugang der Anlagenbereiche durch Rettungs- und Einsatzkräfte dient die sabotagesichere Feuerwehruzugangssäule mit Feuerwehrschlüssel-Depot, zentraler Freischalteinrichtung und integrierter Blitzlicht-Leuchte.

c) Meldung und Alarmierung

Das Ansprechen eines Melders löst an der zuständigen Unterzentrale einen Alarm aus. Der betroffene Zentralenbereich meldet die Auslösung zur besetzten Leitzentrale des RFW und veranlasst entsprechend programmierter Funktionen selbsttätig (Ansteuerung von Brandschutzklappen, Ausschalten von Lüftern, Inbetriebnahme von Entrauchungs- und automatischen Löschanlagen, Alarmmeldungen in den Leitständen) Brandbekämpfungsmaßnahmen.

d) Brandmeldeunterzentralen

Im Schwarzenbach- und im Murgwerk sind jeweils eine BMUZ vorgesehen. Beide Unterzentralen werden mit allen anderen BMUZ und mit der Leitzentrale des RFW durch ein ringförmiges Netzwerk verbunden.

e) BMUZ Schwarzenbachwerk und BMUZ Murgwerk

Dem Stand der Technik entsprechend ist ein Brandmeldesystem mit Einzelmelder-Erkennung, im Bedarfsfall mit Doppelmelder- Abhängigkeit, vorgesehen. Alle Anforderungen des Feuerwehrmanagement sind konfigurierbar. Die Installation der BMUZ Schwarzenbachwerk erfolgt im Leittechnikraum. Die BMUZ Murgwerk wird in der Maschinenhalle Murgwerk aufgebaut.

Zur BMUZ Schwarzenbachwerk gehört der Kavernenteil Schwarzenbachwerk. Entsprechend den Gegebenheiten und Brandlasten werden Schleifen mit automatischen Brandmelder-Sensoren und handbedienten Meldern aufgebaut. Anlagen der Gebäudeausrüstung sind zur Ansteuerung über Schaltmodule des Bussystems verbunden. Gleiches gilt für Aufzüge, welche bei Alarm in ihre Ausgangsposition fahren. Im Brandfall werden durch die BMUZ Schwarzenbachwerk aufgeführte Einrichtungen der TGA des o. a. Schemas angesteuert.

In der Maschinenhalle Schwarzenbachwerk kommt auf Grund der Raumhöhe ein optisches Rauchmelder-System (Sender-/Empfängereinheit) zum Einsatz. Ein vom Sender ausgehender Infrarotstrahl durchquert den Überwachungsbereich zum auswertenden Empfänger. Eigenschaftsveränderung des Infrarotstrahls durch Brandeinwirkung wird vom Empfänger erkannt und analysiert. Die Parameterauswertung erlaubt eine zuverlässige Aussage zur Präsenz von Rauch und Feuer. Gleichzeitig wird eine Systemunempfindlichkeit bezüglich Staub und Dampfentwicklung erreicht.

Alle Teilanlagen des Murgwerkes sowie des Kavernenteils Transformatoren werden durch die BMUZ Murgwerk überwacht. Die BMUZ steuert die aufgeführten TGA-Einrichtungen des o. a. Schemas an. Entsprechend den baulichen Gegebenheiten und Brandlasten werden Schleifen mit automatischen Brandmelder-Sensoren und Handmeldern aufgebaut. Die Überwachung der Transformatoren-Räume erfolgt in Zweimelderabhängigkeit.

In der Maschinenhalle des Murgwerks kommt wegen der Raumhöhe ein zum Kavernenteil Schwarzenbachwerk analoges Rauchmelder-System (Sender- und Empfänger) zum Einsatz.

f) BMUZ Portalgebäude Zufahrtsstollen

Zur BMUZ gehören das Portalgebäude des Zufahrtsstollens sowie die Portale des Schutter- und des Messstollen. Die Zentralen-Vernetzung führt über den Zufahrtsstollen zum Schwarzenbachwerk bzw. über die Kabeltrasse zur Aufschaltung an die Leitzentrale des RFW. Im Eingangsbereich des Portalgebäudes des Zufahrtsstollens ist der Aufbau der BMUZ sowie des Feuerwehreinformations- und Bedienfeldes vorgesehen.

Als Feuerwehrianlaufpunkt festgelegt wird im Torbereich des Portalgebäudes eine Säule mit Feuerwehrschrüsseldepot (FSD) und Feuerwehreinhalteelement (FSE) zum Entriegeln bzw. Öffnung der Zugänge installiert. Im Brandfall steuert die BMUZ aufgelistete Teilanlagen der TGA des o. a. Schemas an.

Für die Branderkennung im Zufahrts- und Schutterstollen werden linienförmige Brandmelder aufgebaut (Kabelsystem mit integrierten Brandmelder- Sensoren). Ankopplung und Signalauswertung des Linienmelders erfolgt durch Verbindungs-, Filter- und Auswertemodule. Die Alarmansteuerung der BMUZ erfolgt durch Kontakte bzw. über Netzwerkverbindung der Auswerteeinheit. Für Schutter- und Messstollen werden von der Zufahrtsstollenlinie ausgehend Stichkabel installiert.

g) BMUZ Drosselklappenkammern Schwarzenbachwerk und Murgwerk

Im Eingang der Zugangsstollen Schwarzenbachwerk und Murgwerk wird je eine BMUZ für das zu überwachenden Areal und Ausrüstungen installiert. Wegen der höheren Luftfeuchtigkeit in den Stollenbereichen sind Brandmelder mit Sockelheizung erforderlich. Kondenstrockner regulieren die Luftfeuchte in Drosselklappenkammern, so dass hier keine Sockelheizungen notwendig sind. Ein ringförmiges Netzwerk verbindet alle Melder mit der zuständigen BMUZ. Bei Branderkennung werden durch die BMUZ die im o. g. Schema aufgeführten TGA-Einrichtungen angesteuert.

Die beiden o. g. BMUZ verfügen über die gleichen Ausstattungsmerkmale wie die anderen BMUZ. Die Zentralenvernetzung erfolgt durch Kabel aus dem Murgwerk über den Schutterstollen, Trasse Rohrbahn RFW zur BMUZ Drosselklappenkammer Murgwerk. Von dort aus führt das ringförmige Netzwerk zur BMUZ Drosselklappenkammer Schwarzenbachwerk und über Kabelwege parallel der Rohrbahn zur Leitstelle des RFW.

h) Netzwerk und Verkabelung Brandmeldeanlage

Alle Sensoren, Melder und Netzwerk- Schaltmodule werden vorzugsweise über Ringleitungen (Redundanz) auf die vorgesehene BMUZ aufgeschaltet. Die Einzelmelder-Identifikation bleibt bei einer Ringunterbrechung erhalten und eine Lokalisierung des defekten Bauteils ist möglich. Für die Vernetzung der Melder und Zentralen kommt Brandmeldekabel (Funktionserhalt E90) zur Anwendung. Ringleitungen sind bezüglich Redundanz auf verschiedenen Kabelwegen zu verlegen.

i) Zutrittskontrollsystem

Das Zutrittskontrollsystem der Werke soll aus Kompatibilitätsgründen Teil des vorhandenen Bestandes des RFW (Fabrikat Interflex) werden. Definiertes Freischalten der Zugänge wird mittels elektronischer Betriebsausweise (Chipkarte) erreicht. Dazu sind im Eingangsbereich des Zufahrts- und des Schutterstollens sowie der Zugangsstollen Schwarzenbach- und Murgwerk Kartenlesegeräte mit Terminals zu installieren. Kombinationsmelder überwachen den sicheren Verschluss. Alle Module steuert ein zugehöriger Controller. Zugänge werden im Brandfall elektrisch entriegelt.

Für den Alarm- und Brandfall ist eine Ermittlung der noch im Pumpspeicherwerk anwesenden Personenanzahl möglich.

j) Videoüberwachungssystem

Die Eingänge und Torbereiche werden mit einem Videosystem ausgestattet. Um Kompatibilität zum Bestand (Fabrikat IndigoVision) einzuhalten, sind Komponenten des gleichen Fabrikats vorgesehen.

Das Videosystem basiert auf digitaler IP-Technik zur Aufzeichnung im Ereignisfall. Zugehöriges Video-Management-System in der Leitzentrale des RFW besteht aus PC-Arbeitsplatz mit Auswerte- sowie Managementsoftware. Es ermöglicht das Bedienen von Kamerafunktionen (Zoom, Schwenken, Neigen).

Am Eingang des Portalgebäudes Zufahrtsstollen und des Portals des Schutterstollens bzw. im Zufahrtsbereich der Maschinenhalle werden Videokameras zur Einsicht der Tore installiert. Die Videoaufzeichnungsfunktion ist so einzurichten, dass eine ereignisorientierte Aufzeichnung hinsichtlich Zustandskontrolle des Sichtbereiches sowie Brandmeldung erfolgt.

Im Schwarzenbachwerk wird dazu ein Video-Server (IT-Schrank) mit Anbindung an die Leitstelle des RFW aufgebaut.

Entsprechend dem Einsatz erhalten die Kameras eine Zoom- und Schwenkfunktion.

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht zum Einsatzort, Bereich, Blickrichtung und Spezifikation der Videokameras:

Tabelle 47: Videokameras

Ort	Bereich/Blickrichtung	Spezifikation/Kamera
Portalgebäude Eingang Zufahrtsstollen	Außenbereich	Autodom mit Zoom- u. Schwenkfunktion, Aktivschaltung durch Bewegungsmeldung
Portal Eingang Schutterstollen	Außenbereich	Autodom mit Zoom- u. Schwenkfunktion, Aktivschaltung durch Bewegungsmeldung
Zufahrtsstollen, Zufahrtsbereich Maschinenhalle	Zustandskontrolle Tor	Autodom mit Zoom- u. Schwenkfunktion

k) Telekommunikationsanlage

Die TK-Anlage für das Schwarzenbach- und das Murgwerk basiert auf einer modularen Kommunikationseinheit mit Digitalem Alarm- und Kommunikations-Server. Kompatibilität zur Bestandsanlage des RFW (Siemens Hipath) soll gegeben sein. Die Komponenten werden in einem IT-Schrank (BxHxT 800x2000x1000) mit 19“-Systemausbau montiert. Die modulare TK-Einheit besteht aus einem UC-Server (Unified Communications- Server) mit entsprechender IP-, Access Point- Unterstützung sowie VoIP-Gateway und Softswitch-Funktionalität. Flexible Anbindung und Konfiguration von Endgeräten an das Netzwerk ist jederzeit möglich. Für das Verschalten der Endgeräte und des TK-Netzwerkes dient ein baugleicher Patch- und Rangierschrank.

Im Gebäude werden in den einzelnen Ebenen DECT-Basisstationen (Access Points) zur Anmeldung mobiler Telefone installiert. Anzahl und Standorte der erforderlichen Access Points sind in den weiteren Planungsphasen zu ermitteln. Dazu sind Funkfeldmessungen in den einzelnen Gebäude, Hallen und Stollen erforderlich.

TK-Anlage mit DAKS-Server realisieren u. a. folgende Alarmierungs-, Kommunikations- und Sicherheits-Services:

- Rundrufe, Information und Alarmierung des Bereitschaftspersonals
- gezielten Räumung der Kaverne bei Bränden und sonstigen Störfällen
- Notruf und Ortungsfunktion verunfallter Personen

Über die TK-Anlage erfolgt auch die Aufschaltung der Gegensprechstelle Portalgebäude Eingang Zufahrtsstollen sowie Mobiltelefon-Anmeldungen. Über vorgesehene Datenanschlussdosen und WLAN-Access-Points ist die Nutzung des Daten- und PC-Netzwerkes im Werksbereich möglich. Ein Netzwerkzugriff wird mittels Benutzerrechteverteilung geregelt.

Folgende Übersicht listet die Standorte, Anzahl und Art der vorgesehenen Telefone und Anschlüsse am Netzwerk im Schwarzenbach- und im Murgwerk:

Tabelle 48: Telefone

Lfd Nr.	Ort	Spezifikation/Telefon
1	Bedien- und Beobachtungsraum Raum 201/202	Festtelefon/Anschluss PC-Netzwerk
2	Bedien- und Beobachtungsraum Raum 201/202	5 DECT- Mobiltelefone
3	Bedien- und Beobachtungsraum 102	Festtelefon/Anschluss PC-Netzwerk
4	Maschinenhalle Schwarzenbachwerk	Festtelefon/Anschluss PC-Netzwerk
5	Elektrischer Schutztechnikraum	Festtelefon/Anschluss PC-Netzwerk
6	Turbinenflur, Werkstatt M	Festtelefon/Anschluss PC-Netzwerk
7	Nebeneinrichtung	2 DECT-Mobiltelefone/Anschluss PC-Netzwerk
8	Unterverteilung	Festtelefon/Anschluss PC-Netzwerk
9	Aufenthaltsraum Raum	Festtelefon/Anschluss PC-Netzwerk
10	Treppenhäuser und deren Vorräume	6 Access Points für DECT-Mobiltelefone
11	Murgwerk, Maschinenhalle	Festtelefon/Anschluss PC-Netzwerk, drei Access Points für DECT-Mobiltelefone
12	Drosselklappenkammer Schwarzenbach und Zugangsstollen	3 Access Points für DECT-Mobiltelefone
13	Drosselklappenkammer Murg und Zugangsstollen	3 Access Points für DECT-Mobiltelefone

l) Feuerwehrgebädefunk

Das geplante digitale Funksystem berücksichtigt die für die Feuerwehren speziellen Anforderungen (BDBOS) und orientiert sich an deren Leitfaden für Planung und Realisierung (L-OV Ausgabe 2016) für diesen Sprech- und Datenfunk. Es wird an das äußere digitale Funksystem (Kernnetz) der Bundesanstalt für den Digitalfunk BOS angekoppelt. Um den Anforderungen hinsichtlich Funkverständigung im Freien, im Zufahrt- und im Schutterstollen, Schwarzenbach- bzw. Murgwerk gerecht zu werden, muss dazu eine auf einem Teleskopmast montierte Außenantenne im Vorbereich des Portals Zugangsstollen installiert

werden. Mit ihr erfolgt die Ankopplung an das Kern-Netz BDBOS bzw. die Ankopplung mobiler Sprechfunkgeräte der Feuerwehr sowie Rettungskräfte im Einsatzfall.

Der geplante Teleskopmast ist bis zu einer Höhe von 15 m ausfahrbar und wird so eingerichtet, dass bei Anfahrt von Rettungskräften das Einkoppeln von Sprechfunkgeräten sicher erfolgt. Zum Schutz vor Blitz und Überspannungen erhält der Mast eine Blitzschutzrüstung. In den untertägigen Bauwerken kommt ein Hochfrequenz-Antennenkabel (Schlitzkabel) in geeigneter Ausführung zum Einsatz. Im Portal des Zugangsstollens befinden sich die Hauptstation des Feuerwehrgebäudefunks sowie das Bedienfeld (FGB) des Systems. Je nach Festlegung kann die Einschaltung auch durch die Brandmeldeanlage erfolgen.

Die vorgesehene digitale Funkanlage (Haupt- und Unterstelle) bestehen aus einem TMO-Repeater (Trunked Mode Operation), welcher das Signal des TETRA-Kernnetzes (Terrestrial Trunked Radio) empfängt und an die Feuerwehrgebäudefunkanlage übergibt. Integrierte DMO-Repeater (Direct Mode Operation) der Funkanlage organisieren den Feuerwehrgebäudefunk in den Stollen- und Werksbereichen. Vorgesehene Standschränke entsprechen den Richtlinien der BDBOS. Haupt- und Unterstelle sind jeweils mit einer Notstromversorgung ausgerüstet, die einen Netzausfall von mindestens zwölf/Stunden überbrücken kann (etwa 80 %/10 %/10 % - Bereitschaft/Senden/Empfangen).

Das Antennensystem in den untertägigen Bauwerken wird aus Hochfrequenz-Antennenkabel (Schlitzkabel) aufgebaut. Die an die Unterstation Schwarzenbachwerk angeschlossene Schlitzkabel-Antenne führt jeweils als Stichleitung über alle Etage. Alle Funksysteme melden ihre Bereitschaft und übergeben diese Meldung der Brandmeldezentrale (BMZ).

Die endgültige Konfiguration des digitalen Funksystems, insbesondere die Antennenausbildung, ist durch Funkfeldmessung in den Bauwerken, Stollen und dessen Zugangsbereichen nachzuweisen und ggf. anzupassen (L-OV).

m) Anbindung Zugangsstollen Schwarzenbachwerk und Murgwerk

Die Zugangsstollen Schwarzenbachwerk und Murgwerk dienen als Zugänge für die Drosselklappenkammern und sind verkehrstechnisch über Waldwege bzw. Nebenstraßen zu erreichen. Im Portal-, Stollen- und Drosselklappenkammerbereich werden jeweils WLAN-Access-Points installiert. Damit sind das Kommunizieren über betriebseigene Mobiltelefone und die Nutzung des hauseigenen PC-Datennetzwerkes (Benutzungsrechte) möglich.

Alle netzwerkfähigen Komponenten werden zu einem Teil-Netzwerk zusammengeschaltet und im Eingangsbereich auf Anschluss- bzw. Controllereinheiten aufgeschaltet (Wandschrank).

In den Aufschaltungspunkten befindet sich neben den Stromversorgungen für Netzwerk-Komponenten auch ein Umsetzer für Kupfer- auf LWL-Übertragung. Für die Anbindung an das Netzwerk Schwarzenbachwerk werden zwei LWL-Kabel vom Zugang Schutterstollen zum Zugangsstollen Schwarzenbachwerk verlegt. Der Zugangsstollen Murgwerk wird über die zuvor genannte Kabelstrecke eingebunden. Dazu wird die Trasse der bestehenden Rohrbahn des RFW mit genutzt. Die Verlegung verläuft parallel mit der geplanten Energiekabelzuführung bzw. dem Leitsystem-Netzwerk beider Stollen. Ein Einsatz von LWL-Kabel vermeidet das Einkoppeln von Überspannungen aus Blitzeinschlägen in Netzwerke sowie daraus resultierender Folgeschäden an nachrichtentechnischen Ausrüstungen.

In Anlehnung L-OV der BDBOS (Ausgabe 2016) und Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunnel (RABT, Ausgabe 2006) sind erst für Neuanlagen mit einer geschlossenen Länge ab 80 m Feuerwehrgebädefunkanlagen vorzusehen. Demnach ist in beiden Stollensystemen kein Feuerwehrgebädefunk erforderlich.

1.4.5.4 Be- und Entlüftung, Entrauchung

Die Be- und Entlüftung sowie die Entrauchung sind in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 49: Übersicht Pläne Be- und Entlüftung, Entrauchung

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Technische Gebäudeausrüstung Neue Unterstufe	B.V.14.7
Technische Gebäudeausrüstung Kraftwerkskaverne	B.V.14.8
Technische Gebäudeausrüstung Kraftwerkskaverne	B.V.14.9

a) Allgemeine Angaben

Die Kraftwerkskaverne einschließlich des Zufahrtsstollens mit Portalgebäude und des Energieableitungsstollens werden mit Lüftungs-, Entrauchungs- und kältetechnischen Anlagen ausgerüstet.

Anlagentechnisch (Be-, Entlüftung und Entrauchung) ist eine Trennung der Kavernenteile Schwarzenbachwerk, Murgwerk und Transformatoren nicht möglich.

Es werden alle einschlägigen aktuellen Normen und Richtlinien (EN, DIN, VDI) sowie bauaufsichtlichen und brandschutztechnischen Bestimmungen bei der Errichtung der Anlagen eingehalten.

Die Gesamtanlage besteht aus:

- Be- und Entlüftungsanlage Zufahrts- und Schutterstollen, Kraftwerkskaverne, Energieableitungsstollen
- Be- und Entlüftungsanlage Zugangsstollen Drosselklappenkammer Schwarzenbachwerk und Zugangsstollen Drosselklappenkammer Murgwerk
- Kälteerzeugung Kraftwerkskaverne
- Druckbelüftung Treppenhäuser
- Entrauchung Maschinenhalle Schwarzenbachwerk und Zufahrtstollen

b) Auslegungsparameter

- | | |
|---|--------------------|
| - Minimale/maximale Außenlufttemperatur (°C): | -14/30 |
| - Innentemperaturen Betriebs-/Lager-/Aufenthaltsräume (°C): | 18/15/20 |
| - Luftwechsel Betriebsräume mit/ohne thermische Lasten (h-1): | 1,0/3,0 |
| - Luftwechsel Stollen und Kontrollgänge (h-1): | bis maximal 1,0 |
| - Zuluftmengen Kraftwerkskaverne, Anlage 1 (m³/h): | 37.000 |
| - Abluftmengen Kraftwerkskaverne, Anlage 2 (m³/h): | 37.000 |
| - Wirkungsgrad Wärmerückgewinnung (%): | 80,0 |
| - Heizlast Zuluft (kW): | 42 (Winterbetrieb) |
| - Kühllast durch innere Wärmelasten durch Ausrüstung (kW): | 130 (ganzjährig) |
| - Kühllast Zuluft (kW):
(Sommerbetrieb) | 101 |
| - Entrauchungsluftmenge (m³/h): | 40.000 |
| - Sperrluftmenge Treppenhaus 1 bzw. 2 (m³/h): | 14.400 |
| - Luftmenge Be-/Entlüftung Zufahrtstollen (m³/h): | 10.000 |
| - Luftmenge Be-/Entlüftung Energieableitungsstollen (m³/h): | 5.000 |

c) Funktionsweise Lüftungsanlagen

Die Außenluft wird am Portal des Schutterstollens angesaugt und nach einer Grobfilterung (G4 nach EN 779) über den isolierten Stahlblechkanal an der Decke des Schutterstollens, den Beton-Deckenkanal des Zufahrtstollens bzw. einen nicht brennbaren Lüftungskanal (L 90 nach DIN 4102-6) im Bereich der Kraftwerkskaverne in die Klima- und Lüftungszentrale (Raum 301TK) gefördert.

Beide Zentralgeräte der Lüftungsanlage speisen auch ihre Fortluft in den Betonkanal des Zufahrtsstollens am Übergang der Kraftwerkskaverne zum Zufahrtsstollen ein. Von dort aus wird der Abluftvolumenstrom zum Portalgebäude des Zufahrtsstollens und über die Entrauchungsventilatoren-Kammer durch die Decke des Portalgebäudes in das Freie gefördert.

In der Lüftungs- und Klimazentrale (Raum 301TK) erfolgt mit Hilfe von zwei baugleichen Lüftungszentralgeräten die Aufbereitung in Form von:

- Filterung (F7 nach EN 779)
- Wärmerückgewinnung mittels Rotationswärmetauscher (entsprechend VDI 2071)
- Elektrische Beheizung im Winterbetrieb
- Luftkühlung auf Kaltwasserbasis (Vorlauf/Rücklauf: 7/14°C)
- Schalldämpfung (entsprechend VDI 6022 und 3803, aus Platzgründen im Kanal angeordnet)

Beide Zentralgeräte besitzen die gleiche Nenngröße, so dass bei Wartung eines Gerätes über die vorhandenen Bypasskanäle mit dem in Betrieb befindlichen Gerät wahlweise der Kavernenteil Schwarzenbachwerk (Nennleistung) oder die Kavernenteile Transformatoren und Murgwerk (42,5 % der Nennleistung) bzw. alle Kavernenteile mit reduzierter Leistung versorgt werden können.

Die Leistungsreduzierung der Lüfter erfolgt über Drehzahlsteuerungen mittels Frequenzumformern.

Die Zu-/Abluft wird über vertikale Betonschächte in die Etagen gefördert und dort horizontal unterhalb der Decken in Stahlblechkanälen (EN 1505/1507) in den Ebenen E3 bis U4 ausgeblasen bzw. abgesaugt. Horizontale Zuluftkanäle werden mit Dämmung (entsprechend VDI 2055 und 2087) ausgeführt.

In den Abzweigen der Zu-/Abluftkanäle der Ebenen E3 bis U4 sind Konstant-Volumenstromregler ohne Hilfsenergie zur Mengen- und Druckanpassung einzubauen.

Für Lüftungsleitungen und -kanäle werden grundsätzlich nichtbrennbare Baustoffe verwendet. Vertikale Zu- und Abluftschächte, die durch Gebäudegeschosse verlaufen, werden als feuerbeständig abgetrennte Schächte ausgebildet.

Lüftungsleitungen und -kanäle, die durch Brandbekämpfungsabschnitte hindurchführen, werden in feuerbeständig abgetrennter bzw. in feuerbeständiger Bauweise ausgeführt (L90 nach DIN 4102-6 und DIN V 18232-6).

Zur Verhinderung der Brand- und Rauchausbreitung werden beim Durchtritt von Lüftungskanälen durch feuerbeständige Wände/Decken grundsätzlich Brandschutzklappen mit bauaufsichtlicher Zulassung vorgesehen.

Eine Auslösung der Brandschutzklappen erfolgt über Schmelzlotauslöseeinrichtungen oder die Brandmeldeanlage. Die Brandschutzklappen lassen sich zu Wartungs- und Prüfzwecken durch Fernbetätigung sowie von Hand öffnen.

Sämtliche Kanäle für die Förderung der Sperrluftmengen der Treppenhäuser (zwischen Ende Betonkanal Zufahrtsstollen und Einführung in Treppenhaus 1 bzw. 2) und die Entrauchung der Maschinenhalle Schwarzenbachwerk (Zwischen Ende Betonkanal Zufahrtsstollen und Einführung in Raum 101) sind als Lüftungsleitungen L90 nach DIN 4102-6 und DIN V 18232-6 auszuführen.

Zur Entlüftung des Zufahrts- und des Energieableitungsstollens saugt je ein Ventilator im Deckenbereich des Übergangs zum Kavernenteil Transformatoren Luft ab. Die Abluft wird in den gemeinsamen Deckenkanal für die Abluft des Zufahrts- und Energieableitungsstollens eingeblasen und über einen Axialventilator im Portalgebäude des Zufahrtsstollens über das Dach desselben gefördert.

Die Zuluftversorgung erfolgt durch Nachströmung von unbehandelter Außenluft über das Portalgebäude des Zufahrtsstollens bzw. das Portal des Schutterstollens unter Nutzung der freien Querschnitte der Stollen. Ein Teilvolumenstrom wird für die Belüftung des begehbaren Kabelkanals im Bereich des Portalgebäudes entnommen und nach dem Abzweig Zufahrtsstollen/Energieableitungsstollen in den Außenluftstrom des Energieableitungsstollens wieder eingespeist.

Unter der Decke der Drosselklappenkammern des Schwarzenbachwerks und des Murgwerks wird die Abluft abgesaugt und jeweils über einen Kanal an der Stollendecke nach außen gefördert. Zur Vermeidung von Kondenswasserabscheidungen am Abluftkanal in den Sommermonaten ist dieser mit Dämmung (entsprechend VDI 2055 und 2087) versehen.

Die Zuluft strömt durch den in der Drosselklappenkammer erzeugten Unterdruck über den freien Stollenquerschnitt nach. Bei Außenlufttemperaturen, die über den Stolleninnentemperaturen liegen, ist bei Betrieb der Lüftungsanlage mit Kondenswasseranfall an den Stolleninnenwänden zu rechnen. Deshalb sollte die Lüftungsanlage, insbesondere zwischen März und Oktober, nur unmittelbar vor dem Betreten betätigt werden. In den Drosselklappenkammern wird eine Feuchtereduzierung über Kondenstrockner zur Absenkung der relativen Luftfeuchtigkeit auf einen Wert kleiner als 60 % vorgesehen.

Bei der Anordnung der Ausblasöffnung an den o. g. Stollenportalen wird bezüglich des Stollenzuganges nach DIN EN 13779 ein Abstand von mindestens 3,0 m eingehalten, wobei die Ausblasöffnung mindestens auf gleicher Höhe, besser oberhalb der Oberkante der Stollenportale liegt.

Thermische Lasten werden unterschieden in innere und äußere Lasten. Innere thermische Lasten entstehen ganzjährig durch den Betrieb der Anlage als Abwärme der maschinen- und elektrotechnischen Ausrüstung (Kompressoren, Pumpen, Generatoren, Schaltschränke, Transformatoren usw.). Äußere thermische Lasten werden vorwiegend in den Sommermonaten über die Außenluft eingetragen.

Die inneren Lasten reduzieren sich um die Transmissionswärmelasten der Kraftwerkskaverne und die äußeren Lasten um die Transmissionswärmelast im Zufahrts- und Schutterstollen.

Verbleibende innere Lasten werden dezentral durch raumweise angeordnete und gesteuerte, kaltwassergespeiste Umluftkühlgeräte aufgenommen, welche in Abhängigkeit vom verfügbaren Raum als Wand-, Stand- oder Deckengeräte montiert werden. Raumtemperaturfühler sorgen dabei für die Einhaltung der Maximaltemperaturen, welche 25°C (kurzzeitig 32°C) nicht überschreiten sollten.

Die Temperaturabsenkung zwischen Außenluft (maximal 30°C) und Zuluft (18°C), abzüglich der Temperaturabsenkung, welche in den Stollen wirksam wird, wird in den Lüftungszentralgeräten im Raum 301TK über Rotationswärmetauscher und nachgeschaltete kaltwassergespeiste Kühlregister sichergestellt.

Das Medium Kaltwasser wird durch eine zentrale Kälteanlage bereitgestellt, welche ebenfalls im Raum 301TK angeordnet werden soll. Die Auslegungskühllast (300 kW) wird auf zwei Kaltwassermaschinen (2 x 50 %) aufgeteilt, um bei Ausfall einer Maschine die für den Betrieb des Kraftwerks relevanten Anlagen weiterhin eingeschränkt versorgen zu können.

Der Primärkreislauf der Kaltwassermaschinen wird aus dem Kühlwassersystem versorgt. Die maschinentechnisch bedingte Mindesttemperatur von 20°C im Primär-Vorlauf der Kaltwassermaschinen wird über eine Rücklaufbeimischung sichergestellt.

Die Wassertemperatur im Kavernenwasserspeicher schwankt jahreszeitlich zwischen 2 °C und 25 °C. Sinkt die Temperatur des daraus gespeisten Kühlkreislaufes jahreszeitlich bedingt auf die geplante Vorlauftemperatur des Sekundärkreislaufes von 7°C ab, können die

Kaltwassermaschinen über eine Bypassschaltung umfahren und der Sekundärkreislauf mittels Platten-Wärmetauscher, parallel zu den Kältemaschinen, aus dem Kühlwasserkreislauf gekühlt werden. Eine entsprechende Vorbehandlung des Kühlwassers (z. B. Filterung) wird sichergestellt.

Beide Kaltwassermaschinen speisen den Kaltwasservorlauf über einen Kaltwasser-Pufferspeicher (Raum 301TK, Speichervolumen 2000 m³) in das Kaltwasser-Verteilungsnetz ein. Der Pufferspeicher kann besonders im Teillastbetrieb die Maschinenlaufzeiten verlängern und Zahl der Schaltvorgänge verringern, was sich auf die Standzeit der Kaltwassermaschinen positiv auswirken wird.

Die Verteiler/Sammler des Kaltwasser-Sekundärkreislaufes sind von den Kältemaschinen über den als hydraulische Weiche fungierenden Pufferspeicher entkoppelt und werden im Raum 301TK angeordnet. Sie versorgen bedarfsabhängig durch drehzahlgeregelte Pumpen die folgenden Kaltwasserkreisläufe:

- Ebenen U3 bis U1 im Kavernenteil Schwarzenbachwerk
- Ebene E1 und Maschinenhalle im Kavernenteil Schwarzenbachwerk
- Den Kavernenteil Transformatoren
- Ebenen E2 und E3 in den Kavernenteilen Schwarzenbachwerk, Transformatoren und Murgwerk

Das Kaltwassernetz wird einschließlich der Armaturen vollständig gedämmt. Die Dämmschichtdicken richten sich nach VDI 2055.

Zentrale und dezentrale Wärmeübertrager werden mit Kondenswasserableitungen im Freigefälle- oder Pumpbetrieb ausgerüstet und an das Entwässerungssystem der Kaverne angebunden.

d) Belüftung und Entrauchung im Brandfall

Im Brandfall "Kraftwerkskaverne" wird die Lüftungsanlage der Kraftwerkskaverne sowie des Zufahrts- und des Energieableitungsstollens außer Betrieb gesetzt, um eine unkontrollierte Verteilung von Rauch und Brandgasen in die Betriebsräume der Kraftwerkskaverne zu verhindern. Weiterhin werden, entsprechend der Lage der detektierten Brandstelle, selektiv Brandschutzklappen geschlossen, sowie die Druckbelüftung der Treppenhäuser und die Entrauchungsventilatoren im Portalgebäude des Zufahrtstollens aktiviert.

Die Zuluftversorgung der Kraftwerkskaverne im Brandfall erfolgt über die freien Querschnitte der Zufahrts-/Schutterstollen sowie über die Überströmklappen der Treppenhäuser. Eine Sperrluftmenge von jeweils 14.400 m³/h wird in der Ebene E3 bzw. E2 in die Treppenhäuser

eingeblassen. In den Treppenhäusern soll damit ein Überdruck von maximal 50 Pa gehalten werden. Überschüssige Luftmengen werden durch Überdruckklappen in den Kavernenteil Schwarzenbachwerk eingeleitet.

Im oberen Bereich der Maschinenhalle Schwarzenbachwerk (Ebene E3) wird über den Abluft-Deckenkanal des Zufahrtsstollens eine Luftmenge von 40.000 m³/h abgesaugt, den Entrauchungsventilatoren im Portalgebäude des Zufahrtsstollens zugeleitet und dort in das Freie gefördert.

Die Stromversorgung für die Rauchabzugsventilatoren und die Druckbelüftung der Treppenhäuser erfolgt redundant. Die notwendige Fördermenge der Rauchabzugsanlage wird auf zwei Ventilatoren aufgeteilt; ein Ventilator ist als Reserveaggregat eingeplant (3 x 50 %).

Sämtliche Bauteile der Rauchabzugsanlage sowie der Sperrluftversorgung der Treppenhäuser (Ventilatoren, Klappen, Kanäle, Stromzuführungen zu elektrisch betriebenen Bauteilen, Steuerungselemente) werden für eine Dauer des Funktionserhalts von mindestens 90 Minuten bei einer Temperatur von 300°C ausgelegt.

Im Brandfall „Zufahrtsstollen“ wird die Lüftungsanlage der Kraftwerkskaverne sowie des Zufahrts- und des Energieableitungstollens außer Betrieb gesetzt, um eine unkontrollierte Verteilung von Brandgasen in die Betriebsräume der Kraftwerkskaverne zu verhindern.

Die Zuluftversorgung im Brandfall erfolgt über die freien Querschnitte von Zufahrts- und Schutterstollen.

Im Deckenkanal des Zufahrtsstollens werden Entrauchungsklappen im Abstand von 150 m angeordnet. Im Fall der Detektion von Brand- oder Rauchentwicklungen im Zufahrtsstollen, wird die Entrauchungsluftmenge von insgesamt 40.000 m³/h über die vor und hinter der Detektionsstelle liegenden Klappen abgesaugt, den Entrauchungsventilatoren im Portalgebäude des Zufahrtsstollens zugeleitet und dort in das Freie gefördert.

Sämtliche Bauteile der Rauchabzugsanlage (Ventilatoren, Klappen, Kanäle, Stromzuführungen zu elektrisch betriebenen Bauteilen, Steuerungselemente) werden für eine Dauer des Funktionserhalts von mindestens 90 Minuten bei einer Temperatur von 300°C ausgelegt.

In der Lüftungs- und Klimazentrale ist ein autarkes Steuer-, Regel- und Überwachungssystem für den Normal-/Störungsbetrieb der Anlagen der Lüftungs- und

Kältetechnik sowie der Sanitärtechnik vorgesehen. Alle relevanten Messwerte werden dort verarbeitet und die Komponenten der Anlage entsprechend geregelt.

Die Schaltanlage Be- und Entlüftung liefert ausgewählte Betriebs- und Sammelstörmeldungen an das Leitsystem zur Weiterleitung an die Warte.

Im Brandfall werden folgende Funktionen:

- Einschaltung Entrauchung
- Betätigung von Brandschutzklappen
- Abschaltung der Lüftungs- und Kälteanlage
- Einschaltung der Druckbelüftung der Treppenhäuser

durch die Brandzentrale ausgelöst.

1.4.5.5 Wasserversorgung und Entwässerung

a) Allgemeine Angaben

Die Kraftwerkskaverne wird mit sanitärtechnischen Anlagen ausgerüstet.

Es werden alle einschlägigen aktuellen Normen und Richtlinien (EN, DIN, VDI) sowie bauaufsichtlichen und brandschutztechnischen Bestimmungen bei der Errichtung der Anlagen eingehalten.

Auf Grund der geringen Wasserentnahme und der Länge der Anschlussleitung kann in der Kraftwerkskaverne kein Trinkwasser bereitgestellt werden, welches qualitativ den Forderungen der Trinkwasserverordnung entspricht. Bei Bedarf ist Trinkwasser dem Personal in portionierter Form bereitzustellen.

b) Auslegungsparameter

- | | |
|---|--------|
| - Anzahl der Beschäftigten in der Kraftwerkskaverne (Schätzung; 1/d): | 2 |
| - Abwasseranfall durch einen Beschäftigten ($I/(B \cdot d)$): | 30 |
| - minimaler Entsorgungszyklus (d): | 50 |
| - minimales Fassungsvermögen Fäkalientank (I): | 3000 |
| - Fördermenge Abwasserpumpstation (l/s): | 5 |
| - Förderhöhe Abwasserpumpstation (m): | 20 |
| - elektrische Anschlussleistung (kW): | 2 * 10 |

- Spitzenentnahme Wasser durch sanitäre Ausrüstung (l/s): 1,9
- Nennweite Brauchwasseranschluss vom RFW (mm): 50
- Maximaler Betriebsdruck zzgl. vorh. Nenndruck im RFW (bar): 5,0 bar

c) Funktionsweise Wasserversorgung und Entwässerung

Sanitärtechnische Ausrüstungsteile in der Kraftwerkskaverne (Toiletten, Aufenthaltsräume, diverse Entnahmestellen in Betriebsräumen) werden aus dem Brauchwassernetz des RFW mit Wasser versorgt.

Eine Druckleitung DN 50 soll parallel zur Kavernenentwässerung im Zufahrtsstollen verlegt und nach Druckminderung auf das Brauchwassernetz der Kraftwerkskaverne aufgebunden werden.

Eine Aufbereitung ist nicht vorgesehen, so dass alle Zapfstellen als Brauchwasserentnahmestellen zu kennzeichnen sind.

Abwässer werden von den Sanitäröbjekten im Freigefälle über die zentrale Fallleitung in die Ebene U3 des Kavernenteils Schwarzenbachwerk gefördert und dort zwischengespeichert.

Die Be-/Entlüftungsöffnung der Fallleitung wird mangels Zugang zur Außenluft über einen Aktivkohlefilter in den Kavernenteil Transformatoren eingebunden.

Die Kondensatsammelschalen der Umluftkühlaggregate werden über Membranpumpen über Siphons ebenfalls an die Entwässerungsanlage angeschlossen.

Der Fäkalientank wird mit einer separaten Kunststoff-Entlüftungsleitung zum vertikalen Abluftschacht ausgerüstet. Dort erfolgt eine ausreichende Verdünnung der abgesaugten Gase, so dass Schäden am Kanalsystem bzw. die Bildung von explosionsfähigen Gasgemischen ausgeschlossen werden kann.

Im Fäkalientank der Ebene U3 wird eine Füllstandsmesseinrichtung mit Signalisierung installiert, welche dem Betreiber beim Erreichen eines Füllstandes von 75 % ausreichend Zeit gibt, die Abwasserentsorgung zu veranlassen.

Ein dafür zugelassener und auf dem Betriebsgelände vorzuhaltender Fäkaliencontainer mit einem Nenninhalt von 4 bis 5 m³ wird dazu auf einen LKW verladen und an der Übergabestelle in dem Kavernenteil Transformatoren an die Druckleitung gekuppelt. Über die in der Ebene U3 angeordnete Hebeanlage wird der Inhalt des Fäkalientanks vollständig

in den Container gepumpt und wird dann beim zuständigen Abwasserentsorgungsunternehmen geleert.

Alternativ dazu ist auch die Beauftragung eines Entsorgungsunternehmens mit der zyklischen Abfuhr der Fäkalien möglich.

Bei Wartungsarbeiten mit erhöhtem Personaleinsatz verkürzt sich der Entsorgungszyklus entsprechend oder es sind temporär transportable Toilettenanlagen aufzustellen.

Fußbodeneinläufe befinden sich in der Regel in Räumen mit wasserführender, technologischer Ausrüstung (Abwasser ggf. mit mineralischen Leichtflüssigkeiten belastet) und mit lokalen Löschanlagen.

Die Räume 103TK, 104TK, 105TK und 106TK sind an eine separate Ölauffanggrube angebunden und haben keine Verbindung zum Abwassernetz.

Mit Ausnahme der Räume 2T1V und 3T2V (Anbindung an Fäkalientank) werden alle übrigen Fußbodeneinläufe über horizontale Anschlussleitungen an Fallrohre angebunden, welche das anfallende Wasser in den Koaleszenzabscheider einleiten.

Sämtliche Durchführungen durch Brandwände/-decken bzw. feuerbeständige Wände/Decken werden entsprechend der jeweiligen Wandqualität mit Rohrabschottungen R90 gesichert.

In der Lüftungs- und Klimazentrale ist ein autarkes Steuer-, Regel- und Überwachungssystem für den Normal-/Störungsbetrieb der Anlagen der Lüftungs- und Kältetechnik sowie der Sanitärtechnik vorgesehen. Alle relevanten Messwerte werden dort verarbeitet und die Komponenten der Anlage entsprechend geregelt.

Die Schaltanlage liefert ausgewählte Betriebs- und Sammelstörmeldungen an das Leitsystem zur Weiterleitung an die Warte.

1.4.6 Brandschutztechnische Ausrüstung

Die Brandschutztechnische Ausrüstung ist in dem folgenden Plan dargestellt:

Tabelle 50: Übersicht Pläne Brandschutztechnische Ausrüstung

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Technische Gebäudeausrüstung Kraftwerkskaverne	B.V.14.10

1.4.6.1 Löschanlagen

a) Allgemeine Angaben

Die Kraftwerkskaverne einschließlich Zufahrtsstollen mit Portalgebäude und Energieableitungstollen werden mit Entrauchungs- und Löschanlagen ausgerüstet.

Es sind alle einschlägigen aktuellen Normen und Richtlinien (EN, DIN, VDI) sowie bauaufsichtlichen und brandschutztechnischen Bestimmungen bei der Errichtung der Anlagen einzuhalten.

Eine Zuordnung der Lösch- und Entrauchungsanlagen zum Schwarzenbachwerk bzw. zum Murgwerk ist nicht möglich da alle systemrelevanten Komponenten in der Kraftwerkskaverne angeordnet sind.

Die Gesamtanlage besteht aus:

- Löschwasserbereitstellung (Anschlüsse an Ober-, Unterwasserstollen sowie Wasserversorgung RFW)
- Druckerhöhungsanlage Löschwasser
- Sprühnebellöschanlagen
- Lokale Löschanlagen
- Entrauchung Maschinenhalle und Zufahrtsstollen

b) Auslegungsparameter

- maximale Löschwassermenge (l/s) 45
- Druckhöhe an Einspeisung in Löschwasserleitung (m): 75
- elektrische Anschlussleistung Druckerhöhungsanlage (kW): 4 * 22
- Löschwassermenge Sprühwasserlöschanlage in Traforäumen/
- sonstige Räume (l/(m²*min)): 20/10
- Betriebsdauer Sprühwasserlöschanlage in Traforäumen/

- sonstige Räume (min): 5/30
- Löschwassermenge aus C-Anschlüssen Treppenhäuser (l/min): 200

c) Funktionsweise Löschwasserversorgung

Die Löschwasserversorgung der Kraftwerkskaverne wird aus folgenden Quellen sichergestellt:

- je ein Anschluss an Ober-/Unterwasserstollen Schwarzenbachwerk
- ein Anschluss an den Oberwasserstollen Murgwerk
- Anschluss an Überflurhydrant des RFW am Portalgebäude des Zufahrtsstollens

Während von den Anschlüssen an die Ober-/Unterwasserstollen des Schwarzenbach- bzw. des Murgwerks sowohl im Betrieb, als auch während Wartungsarbeiten im Kraftwerk immer mindestens ein Stollen zur Verfügung steht und praktisch "unerschöpflich" ist, dient die Versorgung aus dem RFW nur als Löschwassereinspeisung in den Zufahrtsstollen.

Alternativ dazu kann die Löschwasserleitung des Zufahrtsstollens über das Löschwassersystem der Kraftwerkskaverne gespeist werden.

Der Anschluss an das Kühlwassersystem erfolgt im Raum U306.

Der Hydrant am Portalgebäude des Zufahrtsstollens kann mittels flexibler Leitung an die Löschwasserleitung im Zufahrtsstollen (Länge circa 600 m) angebunden werden. Damit können die Löschwasserentnahmestellen im Zufahrtsstollen oder wahlweise das Löschwassernetz in den Kavernen (mit eingeschränkter Löschwassermenge) versorgt werden.

Um an der Druckerhöhungsanlage immer gleiche Vordruckbedingungen sicherzustellen, müssen die Anschlüsse Unterwasserstollen und Hydrant an einen drucklosen Vorbehälter im Raum U306 angebunden werden. Lediglich das Wasser aus den Oberwasserstollen des Schwarzenbachwerks und des Murgwerks ist nach einer Druckminderung direkt in das Löschwassernetz einzuspeisen.

Die im Raum U306 befindliche Druckerhöhungsanlage sichert einen Systemdruck von 3,5 bar an der höchsten Entnahmestelle ab.

In dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk wird das Löschwasser über vertikale Leitungen in alle Ebenen verteilt. Die Anschlüsse der lokalen Löschanlagen bzw. der trockenen Steigleitungen in den Treppenhausvorräumen erfolgt mittels Nass- bzw. Trockenventilstationen.

Das Löschwassersystem der Kraftwerkskaverne wird aus geflanschten Stahlrohren mit Rilsanbeschichtung installiert.

Die Stromversorgung der Druckerhöhungsanlage ist redundant und für eine Dauer eines Funktionserhaltes von mindestens 90 Minuten bei einer Temperatur von 300° C ausgelegt.

d) Lokale Löschanlagen

Lokale, ortsfeste Löschanlagen werden im Kavernenbereich für das Öllager, die Hydraulikanlagen und das Gefahrstofflager sowie im Kavernenteil Transformatoren für die Öltransformatoren (automatische Sprühwasser-Löschanlagen nach DIN 14494 und VdS 2109) vorgesehen.

Die Auslösung der Löschanlagen in der Kraftwerkskaverne erfolgt automatisch über die Brandmeldeanlage in Zwei-Melder-Abhängigkeit und an den Transformatoren automatisch über die Brandmeldeanlage in Zwei-Melder-Abhängigkeit und weitere Schutzeinrichtungen.

Alle Löschanlagen können auch manuell vor Ort und von der Warte ausgelöst werden. Bei Auslösung einer Ventilstation erfolgen eine akustische Alarmmeldung in der Warte sowie eine optische Anzeige an der Brandmeldezentrale.

Die Versorgung der Sprühwasser-Löschanlagen erfolgt über das Löschwassersystem.

Die Ventilstationen werden außerhalb der zu schützenden Bereiche angeordnet.

Hydraulikölbereiche: Wasserbeaufschlagung 10 l/m² x min (Betriebszeit 30 Minuten)

Transformatoren: Wasserbeaufschlagung 20 l/m² x min (Betriebszeit mindestens 5 Minuten).

In jedem Vorraum der Treppenhäuser Ost und West werden ein C-Anschluss als Löschwasserentnahmestelle für eine Entnahmemenge von 200 l/min installiert.

e) Löschwasserrückhaltung

In Anlehnung an die LÖRüRL wurden in dem Kavernenteil Transformatoren Löschwasserrückhalteeinrichtungen vorgesehen und so dimensioniert, dass wassergefährdende Stoffe sowie eingebrachtes Löschwasser definiert zurückgehalten und nach den Löscharbeiten entsorgt werden können.

Löschwasser aus anderen untertägigen Bereichen (U1 bis U4) wird über das Entwässerungssystem in den Pumpensumpf geleitet. Die Entwässerungspumpen des Pumpensumpfes werden bei Auslösung einer beliebigen lokalen Löschanlage über das Brandmeldesystem deaktiviert.

Das Pumpensumpfsystem dient im Brandfall als Rückhalteraum für wassergefährdende Stoffe. Eine Weiterleitung des rückgehaltenen Löschwassers erfolgt erst, wenn die Beprobung gefährliche Konzentrationen wassergefährdender Inhaltsstoffe negativ ausfällt.

Falls bei Löscharbeiten wassergefährdende Stoffe (Leichtflüssigkeiten, Löschmittel) in den Pumpensumpf gelangen, muss der Pumpensumpfinhalt abgepumpt und fachgerecht entsorgt werden.

f) Mobile Löschanlagen

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden werden im gesamten Anlagenbereich Pulverhandfeuerlöscher für die Brandklassen ABC (nach EN 2, Brandklassen, 2005-01) vorgesehen. Für den Einsatz in elektrotechnischen Betriebsräumen werden vorrangig CO₂-Handfeuerlöscher installiert.

Die Handfeuerlöscher werden bei jedem Wandhydranten sowie an gut erreichbaren Stellen und im Verlauf der Rettungswege sowie in der Nähe der Ausgänge angeordnet. Die Anzahl und Lage der Handfeuerlöscher werden gemäß den Vorgaben aus dem Brandschutzgutachten bestimmt.

Auf dem Maschinenhausflur des Schwarzenbachwerks werden zusätzlich fahrbare Pulverlöscher vorgesehen.

g) MSR-Konzept für Löschanlagen

Die Löschwasserversorgung erhält ein autarkes Steuer-, Regel- und Überwachungssystem. Alle relevanten Messwerte werden dort verarbeitet und die Komponenten der Anlage entsprechend geregelt. Wartungs- und Testfunktionen sind vor Ort ausführbar.

Die Schaltanlage Löschwasserversorgung liefert ausgewählte Betriebs- und Sammelstörmeldungen an das Leitsystem zur Weiterleitung an die Warte.

Im Brandfall werden folgende Funktionen:

- Einschaltung Druckerhöhungsanlage Löschwasser

- Aktivierung lokaler Löschwasserventilstationen
- Abschaltung Entwässerungspumpen und Pumpensümpfe

durch die Brandzentrale ausgelöst.

1.4.6.2 Passiver Brandschutz

Durchführungen von Kabeln und Rohrleitungen in feuerbeständigen Trennwänden und Decken werden der jeweiligen Wandqualität entsprechend abgeschottet.

Durch Brandbekämpfungsabschnitte durchführende Lüftungskanäle werden zu diesen Bereichen hin feuerbeständig abgetrennt, bzw. notwendige Wand- und Deckendurchführungen mit feuerbeständigen Brandschutzklappen versehen.

Für alle vorstehend genannten Schottungen und Abschlüsse werden nur bauaufsichtlich zugelassene Materialien und Konstruktionen verwendet und von einer zugelassenen Fachfirma für alle betreffenden Gewerke entsprechend dem Baufortschritt bzw. am Bauende errichtet.

Verschlüsse von Montageöffnungen werden aus Beton hergestellt und durch konstruktive Maßnahmen rauchdicht gestaltet.

1.5 Straßen und Wege

Die Wege und Straßen sind in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 51: Übersicht Pläne Wege und Straßen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Straßen und Wege Zufahrten Stollen	B.V.10.1
Straßen und Wege Zufahrten Stollen und MU-Bruch	B.V.10.2
Straßen und Wege Fahrspuren an B462	B.V.10.3
Straßen und Wege Fahrspuren an B462	B.V.10.4
Straßen und Wege Bauzeitliche Zufahrt Zugangsstollen	B.V.10.5

1.5.1 Bestehende Verhältnisse

Die Zufahrten zu den Baufeldern und den späteren Betriebsanlagen des PSW Forbach – Neue Unterstufe, drei Baustelleneinrichtungsflächen an der B462 (Parkplatz, Bahnhof Raumünzach, Fläche F) sowie zur Baustelleneinrichtungsfläche und zum Verbringungsort der Ausbruchmassen im Murgschifferschaftsbruch der VSG Schwarzwald-Granit-Werke GmbH & Co. KG erfolgen über die L83 und die B462.

Weiterhin werden die Zufahrt in das RFW und die ausgebauten Wege und Plätze im Betriebsgelände des RFW bis hin zum Portalgebäude des Zufahrtsstollens genutzt.

Die Trasse der ehemaligen Bundesstraße, die hangseitig neben der B462 liegt, wird genutzt, um zum Portal des Schutterstollens zu gelangen und um die bauzeitliche Anbindung an die Bundesstraße auszubauen. Diese ehemalige Trasse wird derzeit als Parkplatz genutzt und besitzt einen Asphaltbetonoberbau.

Die Zufahrten zu den Portalen des Zugangsstollens Schwarzenbachwerk und des Zugangsstollens Murgwerk erfolgen auf vorhandenen Wegetrassen. Diese sind Forstwege, die einspurig befahrbar sind mit punktuellen Ausweichstellen (vorhandene Ausweichen, Weggabelungen).

Die Hauptmassentransporte der Ausbruchmassen erfolgen vom Zufahrts- und Schutterstollen zum Murgschifferschaftsbruch der VSG. Dieser wird über die öffentliche Straße B462 erreicht. Die Einfahrt auf das Betriebsgelände des Murgschifferschaftsbruch erfolgt direkt von der B462.

In untergeordnetem Umfang werden Ausbruchmassen von den Zugangsstollen Schwarzenbachwerk und Murgwerk über Forstwege und die L83 zum Murgschifferschaftsbruch transportiert. Die L83 ist durchgehend zweispurig ausgebaut, teilweise kurvig und steil.

Von den Baufeldern der Zugangsstollen Schwarzenbachwerk und Murgwerk erreicht man die Baustelleneinrichtungsfläche und den Verbringungsort der Ausbruchmassen im Murgschifferschaftsbruch über bestehende Waldwege sowie über die L83 und die B462. Vorhandene Ausweichen und Weggabelungen können für Begegnungsverkehr genutzt werden.

Der Fahrtakt der Baufahrzeuge kann so abgestimmt werden, dass kein Begegnungsverkehr erfolgt.

Der Zugangsstollen Murgwerk kann über Ringverkehr angedient werden.

Vorhandene Waldwege werden genutzt.

Vorhandene befestigte Flächen entlang der B462 werden als Baustelleneinrichtungsflächen genutzt und über die Bundesstraße erreicht.

1.5.2 Lage und Ausrichtung

Folgende Zufahrten sind zu den Bauwerken und Flächen der Unterstufe vorgesehen:

- Betriebszufahrt zum Zugangsstollen Murgwerk,
- Betriebszufahrt zum Zugangsstollen Schwarzenbachwerk,
- Bauzeitliche Zufahrt zum Zugangsstollen Murgwerk,
- Bauzeitliche Zufahrt zum Zugangsstollen Schwarzenbachwerk,
- Betriebszufahrt und bauzeitliche Zufahrt zum Portalgebäude Zufahrtsstollen und zur Kraftwerkskaverne über Betriebsgelände RFW,
- Betriebszufahrt und bauzeitliche Zufahrt zum Auslaufbauwerk über Betriebsgelände RFW,
- Betriebszufahrt und bauzeitliche Zufahrt zum Schutterstollen von B462 aus,
- Bauzeitliche Zufahrt „Holdereck“
- Bauzeitliche Zufahrt zur Baustelleneinrichtungsfläche am Bahnhofsgelände Raumünzach von der B462 aus,
- Bauzeitliche Zufahrt zur Baustelleneinrichtungsfläche am Parkplatz von der B462 aus,
- Bauzeitliche Zufahrt zum Murgschifferschaftsbruch - Baustelleneinrichtungsfläche Fläche B und Verbringungsort Ausbruchmassen,
- Bauzeitliche Zufahrt zur Baustelleneinrichtungsfläche Fläche G,
- Bauzeitliche Zufahrt zur Baustelleneinrichtungsfläche Fläche F von der B462 aus,
- Bauzeitlicher Zugang zur Baustelleneinrichtungsfläche Murgschifferschaftsbruch von Baustelleneinrichtungsfläche Fläche F.

1.5.3 Wesentliche Abmessungen und Kenndaten

Die wesentlichen Abmessungen und Kenndaten der Wege und Straßen sind:

<u>Betriebszufahrt Zugangsstollen Murgwerk</u>	bestehende Wege
Ausbaulänge	1.453 m
Kronenbreite	bestehende Wegekrone
Fahrbahnbreite	bestehende Fahrbahn
Bankett	Bestand
Längsgefälle	Kurze Teilstrecke bis zu circa 16,4 % ohne Bindemittel mit Deckschicht
Oberbau	(“wassergebundene Wegedecke/sandgeschlämmte Schotterdecke“)

<u>Betriebszufahrt Zugangsstollen Schwarzenbachwerk</u>	bestehende Wege
Ausbaulänge	2.267 m
Kronenbreite	bestehende Wegekrone
Fahrbahnbreite	bestehende Fahrbahn
Bankett	Bestand
Längsgefälle	bis zu circa 12,5 % ohne Bindemittel mit Deckschicht
Oberbau	(“wassergebundene Wegedecke/sandgeschlämmte Schotterdecke“)

<u>Bauzeitliche Zufahrt Zugangsstollen Murgwerk</u>	bestehende Wege
Ausbaulänge	5.411 + 855 = 6.266 m
Kronenbreite	Bestand
Fahrbahnbreite	3,50 m
Ausweiche	nicht erforderlich, da Ringverkehr
Bankett	hangseitig 0,50 m; talseitig bis 1,50 m
Längsgefälle	bis zu circa 12,4 % ohne Bindemittel mit Deckschicht
Oberbau	(“wassergebundene Wegedecke/sandgeschlämmte Schotterdecke“)

<u>Bauzeitliche Zufahrt Zugangsstollen Schwarzenbachwerk</u>	bestehende Wege
Ausbaulänge	4.741 m
Kronenbreite	Bestand
Fahrbahnbreite	3,50 m
Ausweiche	Bestand
Bankett	hangseitig 0,50 m; talseitig bis 1,50 m
Längsgefälle	Kurze Strecke bis zu circa 13,5 % ohne Bindemittel mit Deckschicht
Oberbau	(“wassergebundene Wegedecke/sandgeschlämmte Schotterdecke“)

<u>Betriebszufahrt und bauzeitliche Zufahrt Auslaufbauwerk, Zufahrtsstollen auf Betriebsgelände RFW</u>	
Ausbaulänge	600 m
Kronenbreite	Bestand
Fahrbahnbreite	bestehende Fahrbahn $\geq$ 5 m
Bankett	hangseitig Bestand; talseitig Bestand
Längsgefälle	-
Querneigung	-

Oberbau Asphalt, Beton

Bauzeitliche Nutzung Wendeanlage an der B462 bestehende Einfahrt zu RFW-Gelände

Betriebszufahrt und bauzeitliche Zufahrt Portal Schutterstollen

Ausbaulänge	250 m für 3 zusätzlicher Abbiegespuren
Fahrbahnbreite je Abbiegespur	3,00 m
Fahrbahnbreite je Hauptspur	3,25 m
Bankett	hangseitig Bestand; talseitig 1,0 m bzw. Bestand
Oberbau	Asphaltdecke gem. RStO Bk 3,2

Bauzeitliche Zufahrt „Holdereck“ bestehende Wege

Ausbaulänge	970 m, nur Ausbesserungen
-------------	---------------------------

Bauzeitliche Zufahrt zur Baustelleneinrichtungsfläche Fläche G: bestehende Wege

Ausbaulänge	540 m
Kronenbreite	bestehende Wegekrone
Fahrbahnbreite	bestehende Fahrbahn
Bankett	hangseitig Bestand; talseitig Bestand
Längsgefälle	bis zu circa 5 %
Querneigung	Bestand
Oberbau	Bestand

1.5.4 Beschreibung der geplanten Maßnahmen

Für die Betriebszufahrten zu den Zugangsstollen Murgwerk und Schwarzenbachwerk werden vorhandene Wege genutzt. Als bauliche Maßnahmen sind die Ausbesserung von Schadstellen und die Sicherung der Entwässerungsgräben und Bankette vorgesehen. Dies betrifft die Wulzenbergstraße von der Ortslage Forbach über die Rohrbahn bis zum Portal Zugangsstollen Schwarzenbachwerk sowie die Marienstraße und die Kapellenstraße bis zum Portal Zugangsstollen Murgwerk.

Die bauzeitlichen Zufahrten bilden eine Verbindung zwischen den Stollenportalen der Zugangsstollen und der L83. Es werden vorhandene Waldwege und die L83 genutzt. Als bauliche Maßnahmen an diesen Strecken werden vorhandene Schadstellen ausgebessert. Die wassergebundene Decke wird nach Abschluss der Baumaßnahmen wieder saniert.

Die bauzeitliche Zufahrt vom Zugangsstollen Murgwerk zur Baustelleneinrichtungsfläche und zum Verbringungsorte der Ausbruchmassen im Murgschifferschaftsbruch wird als Ringverkehr über zwei Streckenabschnitte vorgesehen. Dabei werden die L83, die B462 und die Kapellenstraße sowie der Forstweg Holdereckstraße genutzt. Als bauliche Maßnahmen

an dieser Strecke sind die Ausbesserung von Schadstellen sowie die Sicherung der Entwässerungsgräben und Bankette vorgesehen.

Bei einer überwiegenden Wegebreite der Kapellenstraße von 3,5 - 4 m ist ein Begegnungsverkehr mit punktuellen Ausweichstellen auf Sichtweite möglich.

An der Ausfahrt auf die L83 ist eine mobile Reifenwaschanlage vorgesehen.

Bauzeitlich sind verkehrsleitende Maßnahmen (Lichtsignalanlage) an der Einmündung zur L83 vorgesehen. Durch zusätzliche Beschilderung an der L83 wird auf der kurvenreichen Strecke frühzeitig auf die Lichtsignalanlage hingewiesen.

Für die bauzeitliche Zufahrt zur Baustelleneinrichtungsfläche und zum Verbringungsort der Ausbruchmassen im Murgschifferschaftsbruch werden die öffentlichen Straßen B462 und L83 genutzt.

Der bauzeitliche Zugang zur Baustelleneinrichtungsfläche Murgschifferschaftsbruch von der Baustelleneinrichtungsfläche Fläche F erfolgt über einen vorhandenen Gehweg und eine asphaltierte Fläche an der B462. Im dazwischenliegenden Abschnitt ist eine Steilböschung zu überbrücken.

An der Einmündung der Zufahrt in den Murgschifferschaftsbruch ist eine Lichtsignalanlage vorgesehen, die mit einer Fußgängerlichtsignalanlage (Steuerung nach Bedarf) gekoppelt ist.

Die Zufahrt zur Baustelleneinrichtungsfläche Fläche G erfolgt von der B462 über die Betriebswege des Murgschifferschaftsbruches und auf vorhandenen Wegetrassen außerhalb des Betriebsgeländes der VSG. Diese sind Forstwege, die einspurig befahrbar sind.

Eine regelmäßige Reinigung der bauzeitlich genutzten öffentlichen Straßen ist vorgesehen.

Der Ausbau der bauzeitlichen Zufahrt zum Schutterstollen ist in Verbindung mit einer temporären Lichtsignalanlage geplant und ohne größere Eingriffe in die Hänge möglich.

Trotz der beengten Platzverhältnisse an der B462 in den Abschnitten vor und nach dem Schutterstollen ist eine Erweiterung für zusätzliche Fahrspuren an der B462 mit einem vertretbaren baulichen Aufwand für die Herstellung von Fahrspuren und Eingriffen in die anstehenden Böschungen (Fällung, Rodung) möglich.

In dem Abschnitt der B462 südlich des Schutterstollens werden ab der Einmündung der Holdereckstraße zusätzliche bauzeitliche Fahrspuren errichtet.

Neben der Hauptspur in nördlicher Richtung Forbach wird talseitig im Bankett eine "Aufstellspur" bis zur Lichtsignalanlage angelegt. Der linksabbiegende Baustellenverkehr zum Schutterstollen erhält durch die "Aufstellspur" eine eigene Fahrspur und muss an der Lichtsignalanlage beim Abbiegen die Hauptrichtungsspur queren.

Von der Fläche vor dem Schutterstollen wird hangseitig der B462 eine Einfädelungsspur in südliche Richtung Raumünzach/Baiersbronn/Freudenstadt vorgesehen. Der in die B462

einmündende Baustellenverkehr aus dem Schutterstollen kann diese Einfädelungsspur als "Aufstellspur" nutzen.

In dem Abschnitt der B462 nördlich des Schutterstollens können eine Rechtsabbiegespur zum Stollen, eine Baustelleneinrichtungsfläche und eine Abstellfläche hergestellt werden. Der von der B462 einmündende Baustellenverkehr in den Schutterstollen kann die hangseitig im Bankett errichtete Rechtsabbiegespur als "Aufstellspur" nutzen.

Die Rechtsabbiegespur wird bauzeitlich durch Verkehrsleitelemente von der Baustelleneinrichtungsfläche und Abstellfläche abgesperrt.

Ein Einbiegen ("Linksabbiegen") in die B462 in Richtung Ortslage Forbach oder zur Einfahrt RFW erfolgt auf die Hauptspur.

Behinderungen des Baustellenverkehrs zum Schutterstollen durch einen Rückstau des öffentlichen Verkehrs auf der Hauptspur aufgrund der Lichtsignalanlage können durch eine Verlängerung der Rechtsabbiegespur verringert werden.

Die Betriebszufahrt zum Schutterstollen wird nach Abschluss der Ausbrucharbeiten mit geringem Aufwand als Ein- und Ausfahrt auf und vom Parkplatz gestaltet. Dabei wird die Brücke der ehemaligen Bundesstraße genutzt. Einfriedungen sollten - falls erforderlich - mit Abstand zur Bundesstraße gesetzt werden, so dass ein zügiges Verlassen der Bundesstraße möglich ist.

Die Einfahrt in das RFW wird bauzeitlich durch eine Lichtsignalanlage geregelt. Die Einbiegeradien werden durch die bestehende Kehre gewährleistet. Für Sondertransporte, z. B. Lieferung Transformator, kann die bestehende Kehre nicht genutzt werden. Durch den Bauunternehmer sind für diese Sondertransporte notwendige verkehrsleitende Maßnahmen (z. B. temporäre Sperrung durch Lichtsignalanlage) und Sicherheits-/Ausbaumaßnahmen (z. B. temporäre Herstellung von erforderlichen Wegebreiten) herzustellen.

Als Betriebszufahrt und bauzeitliche Zufahrt zum Portalgebäude Zufahrtsstollen, zum Auslaufbauwerk und zu den Baustelleneinrichtungsflächen auf dem Gelände des RFW dienen die bereits ausgebauten Straßen und Wege des Betriebsgeländes. Nach Abschluss der Bauarbeiten ist der Oberbau der Verkehrsflächen zu ertüchtigen.

Alle bauzeitlichen Lichtsignalanlagen werden verkehrsabhängig gesteuert (Rückstau in Hauptspuren vermeiden). Die zusätzlich errichteten Fahrspuren und Lichtsignalanlagen werden nach Abschluss der Baumaßnahmen rückgebaut.

Der Ausbau der Zufahrten zu den als Baustelleneinrichtungsflächen vorgesehenen befestigten Flächen entlang der B462 am Bahnhof Raumünzach, am Parkplatz und an der

Fläche F ist beschränkt auf Beschilderung und Schaffung von ausreichenden Ein- und Abbiegerradien.

Alle bauzeitlichen Zufahrten sind entsprechend eindeutig zu beschildern, um den Baustellenverkehr vom öffentlichen Verkehr zu trennen.

1.6 Baustelleneinrichtungsflächen

Baustelleneinrichtungsflächen sind in den folgenden Plänen dargestellt:

Tabelle 52: Übersicht Pläne Baustelleneinrichtungsflächen

Bezeichnung	Dokumenten Nr.
Baustelleneinrichtungsfläche RFW, Stollen, B462, MU-Bruch, Zugangstollen	B.V.11.1
Baustelleneinrichtungsplan Bahnhof Raumünzach	B.V.11.7
Baustelleneinrichtungsplan Parkplatz an B462	B.V.11.8
Baustelleneinrichtungsplan Murgschifferschaftsbruch	B.V.11.9

1.6.1 Bestehende Verhältnisse

Baufeldbezogene Baustelleneinrichtungsflächen unterliegen derzeit unterschiedlichen Nutzungen als Waldflächen, offene Flächen, Steinbruch, befestigte Flächen im Betriebsgelände des RFW und im Betriebsgelände der VSG im Murgschifferschaftsbruch und als Parkplatz.

1.6.2 Lage und Ausrichtung

Auf dem Betriebsgelände der VSG im Murgschifferschaftsbruch wird eine Baustelleneinrichtungsfläche errichtet.

Die Ausbruchmassen aus Untertage (Granit) werden im Murgschifferschaftsbruch der VSG gelagert (vgl. Kapitel 1.7.4.2).

Auf der befestigten Baustelleneinrichtungsfläche Fläche G werden Unterboden- und Oberbodenmieten der Böden von den Stollenportalen angelegt (vgl. Kapitel 1.7.4.1). Restflächen können als Lagerfläche genutzt werden.

Baufeldbezogene temporäre Baustelleneinrichtungsflächen werden im Bereich des Portals Schutterstollen, des Auslaufbauwerkes sowie in geringem Umfang an den Portalen der Zugangsstollen Murgwerk und Schwarzenbachwerk sowie am Portalgebäude des Zufahrtsstollens je nach Arbeitsphase erforderlich. Diese sind über öffentliche Straßen und über die bauzeitlichen Zufahrten (s. Kapitel 1.5) erreichbar.

Die Baustelleneinrichtungsfläche am Schutterstollen wird auf einem vorhandenen Parkplatz an der B462 unmittelbar oberhalb des RFW eingerichtet.

Als weitere Baustelleneinrichtungsflächen sind Flächen am Bahnhofsgelände Raumünzach, an der B462 im Bereich des Parkplatzes und auf der Fläche F vorgesehen.

1.6.3 Wesentliche Abmessungen

Die wesentlichen Abmessungen und Kenndaten der Baustelleneinrichtungsflächen sind:

Baustelleneinrichtungsflächen Portal Zugangsstollen Schwarzenbachwerk

Baustelleneinrichtungsfläche maximal	1.000 m ²
Derzeitige Nutzung	Waldfläche, offene Flächen, Wiese
Geplante Nutzung	temporäre Nutzung

Baustelleneinrichtungsflächen Portal Zugangsstollen Murgwerk

Baustelleneinrichtungsfläche maximal	650 m ²
Derzeitige Nutzung	Waldfläche, offene Flächen, Wiese
Geplante Nutzung	temporäre Nutzung

Baustelleneinrichtungsflächen Portal Schutterstollen

Baustelleneinrichtungsfläche maximal	500 m ²
Derzeitige Nutzung	Parkplatz, offene Flächen
Geplante Nutzung	temporäre Nutzung

Baustelleneinrichtungsflächen Kraftwerkskaverne (auf RFW-Gelände)

Baustelleneinrichtungsfläche maximal	750 m ²
Derzeitige Nutzung	Betriebsfläche
Geplante Nutzung	temporäre Nutzung

Baustelleneinrichtungsflächen am Auslaufbauwerk (auf RFW-Gelände)

Baustelleneinrichtungsfläche maximal	700 m ²
Derzeitige Nutzung	offene Flächen, Wiese, Parkplatz
Geplante Nutzung	temporäre Nutzung/Betriebsfläche Rechenreinigung

Baustelleneinrichtungsfläche im Murgschifferschaftsbruch Fläche B

Baustelleneinrichtungsfläche maximal	500 m ²
Derzeitige Nutzung	Lagerplatz für Schüttstoffe
Geplante Nutzung	temporäre Nutzung
<u>Baustelleneinrichtungsfläche Fläche G</u>	
Baustelleneinrichtungsfläche maximal	1.900 m ²
Derzeitige Nutzung	Holzlagerplatz
Geplante Nutzung	temporäre Lagerungen
<u>Baustelleneinrichtungsfläche am Bahnhof Raumünzach</u>	
Baustelleneinrichtungsfläche maximal	2.400m ²
Derzeitige Nutzung	offene unbefestigte Flächen
Geplante Nutzung	temporäre Lagerungen
<u>Baustelleneinrichtungsfläche am Parkplatz B462</u>	
Baustelleneinrichtungsfläche maximal	5.000 m ²
Derzeitige Nutzung	Parkplatz
Geplante Nutzung	temporäre Lagerungen, Parkplatz
<u>Baustelleneinrichtungsfläche Fläche F an B462</u>	
Baustelleneinrichtungsfläche maximal	2.500 m ²
Derzeitige Nutzung	Bedarfsfläche und Parkplatz
Geplante Nutzung	Parkplatz

1.6.4 Beschreibung der geplanten Maßnahmen

Auf dem Betriebsgelände der VSG im Murgschifferschaftsbruch wird eine Baustelleneinrichtungsfläche Fläche B angelegt.

Auf der Fläche B können Container aufgestellt werden.

Räume im Verwaltungsgebäude der VSG (Fläche A), Betankung (Fläche D), Reifenwaschanlagen (Fläche E), Ölabscheider und Gewässerschutzanlage (GSA) sowie Waagen der VSG werden mitgenutzt.

Eine Versorgung mit Strom wird durch neue Leitungstrassen bzw. Anbindung an vorhandene Netzverbindungen (Trafo-Station VSG) sichergestellt.

Die Trinkwasserversorgung erfolgt durch Anbindung an das Netz des örtlichen Versorgungsnetzbetreibers. Die Abwasserentsorgung erfolgt über Tankanlagen. Das anfallende Abwasser wird in regelmäßigen Abständen einer ordnungsgemäßen Entsorgung zugeführt.

In das Grundwasser und in den Untergrund dürfen keine festen, flüssigen oder gasförmigen wassergefährdenden Stoffe eingeleitet werden.

Die Unterboden- und Oberbodenmieten der ausgebauten Böden aus den Stollenportalen werden auf der Baustelleneinrichtungsfläche Fläche G angelegt. Restflächen können als Lagerfläche genutzt werden. Nach der Zwischenlagerung werden die Böden an den Portalen wieder eingebaut.

Die Baustelleneinrichtungsfläche am Portal des Schutterstollens ist als befestigte Fläche bereits vorhanden und wird durch Sicherungsmaßnahmen vom Bauverkehr getrennt.

Die Baustelleneinrichtungsflächen auf dem Gelände des RFW sind bereits befestigt und sind ggf. zu beräumen.

Weitere Baustelleneinrichtungsflächen befinden sich am Bahnhof Raumünzach und auf dem Parkplatz an der B462. Auf diesen Flächen kann Material gelagert werden. Die Flächen sind teilweise befestigt und sind ggf. zu beräumen. Nicht befestigte Grünflächen sind bauzeitlich als Lagerflächen vorzubereiten.

Die Baustelleneinrichtungsfläche auf dem Parkplatz an der B462 ist als Lagerfläche vorgesehen und kann auch als Parkplatz genutzt werden.

Die Baustelleneinrichtungsfläche Fläche F ist als Parkplatz für die Baustelleneinrichtung des AN vorgesehen.

1.7 Baudurchführung

1.7.1 Bauzeit

Der Beginn der Bauarbeiten ist für Januar 2023 angestrebt. Im Rahmen von vorgezogenen Maßnahmen (Bäume fällen) sollen im Winter 2023 bereits die Flächen an den Portalen vorbereitet werden. Ab Mitte Mai 2023 können die Wurzelstöcke gerodet werden.

Die Gesamtbauzeit wird mit 3 Jahren und 8 Monaten eingeschätzt, d. h. der Beginn des kommerziellen Betriebes der Neuen Unterstufe, bestehend aus dem neuen Schwarzenbach- und dem neuen Murgwerk könnte zum Jahresende 2026 erfolgen.

Ein Bauablauf-/Bauzeitenplan ist in Anlage B.VI.4. beigefügt. Die folgende Bauablaufbeschreibung dient zur Erläuterung der vorgesehenen Abläufe, ersetzt jedoch nicht den Rahmenterminplan, in dem in Balkenform die notwendigen Zeiteinheiten der jeweiligen Schritte erkennbar sind.

1.7.2 Bauablauf Unterstufe

1.7.2.1 Spezialtiefbau und Tunnelbau Schwarzenbachwerk

Die Untertagebauwerke werden im zyklischen Vortrieb (NATM) hergestellt. Der Vortrieb ist durch den Zyklus Bohren-Laden-Sprengen-Schuttern-Sichern charakterisiert.

Querschnittsbezogene Vortriebsklassen werden auf Grundlage der bauwerksbezogenen geotechnischen Prognosen des Bodengutachtens [Q19] und anzuwendender DIN [Q10] entworfen. Als Stützmittel werden Spritzbeton, Baustahlgitter, Anker, Stahlgitterbögen und Spieße verwendet. Deren Austeilung erfolgt projektbezogen in Anlehnung an die DIN [Q10] die Anpassung an die Gebirgsverhältnisse erfolgt durch Wahl der passenden Stützmittel und/oder der Abschlagslänge.

Das Auffahren des neuen Oberwasserstollens Schwarzenbachwerk zwischen Wasserschloss II und Schachtkopf und der Aufweitung des Schachtkopfes für das Raise-boring erfolgt über den circa 110 m langen Zugangsstollen Schwarzenbach, der im Endzustand als direkte Zufahrt zur Drosselklappenkammer dient. Der Vortrieb des Zugangsstollens Schwarzenbach erfolgt steigend.

Der Vortrieb des Oberwasserstollens (Druckstollen vom Wasserschloss bis Schachtkopf) erfolgt fallend vom Zugangsstollen Schwarzenbach. Der Vortrieb des Oberwasserstollens (Kaverne bis Schachtfuß) erfolgt von einem Hilfsstollen aus steigend und fallend.

Als Ausbruchverfahren für den Druckschacht wurde das raise-boring-Verfahren gewählt. Hierzu wird eine Pilotbohrung von oben nach unten abgeteuft, dann wird diese von unten nach oben mit dem raise-boring-Gerät aufgeweitet. Zuzufolge des maschinellen Auffahrens sind keine Stützmittel notwendig.

Der Vortrieb des Unterwasserstollens Schwarzenbachwerk erfolgt fallend vom Zulaufbauwerk aus Richtung Kraftwerkskaverne.

Der Vortrieb des Zufahrtsstollens erfolgt horizontal und fallend vom RFW-Gelände aus. Er wird bauzeitlich als Auffahrstollen, Schutterweg (nur teilweise) und Baulüftungsquerschnitt für den Bau des Energieableitungsstollens (EABs) und der Kraftwerkskaverne verwendet.

Der Vortrieb des Schutterstollens erfolgt fallend vom Parkplatz an der B462 aus.

Der Vortrieb des Hilfsstollens erfolgt steigend von der Kraftwerkskaverne aus.

Der Vortrieb des Energieableitungsstollens erfolgt vom RFW-Gelände aus, zunächst steigend bis zur Abzweigung des Energieableitungsstollens Unterstufe, dann fallend.

Der Vortrieb des Messstollens erfolgt steigend vom Energieableitungsstollen Unterstufe aus.

Der Vortrieb der Nebenstollen und des Hauptstollens des Kavernenwasserspeichers erfolgt über den Schutterstollen. Der lange Teil des Hauptstollens vom Nebenstollen VI bis zum Auslaufbauwerk wird letztlich und zeitlich vor der Herstellung des Auslaufbauwerkes so hergestellt, dass die Beeinträchtigung des Stauziels des Ausgleichsbeckens möglichst kurz bleibt.

Der Vortrieb des Zulaufbauwerks erfolgt fallend vom Hauptstollen des Kavernenwasserspeichers aus.

1.7.2.2 Spezialtiefbau und Tunnelbau Murgwerk

Der Vortrieb des Oberwasserstollens Murgwerk (Druckstollen vom Wasserschloss I bis Schachtkopf) erfolgt fallend vom Zugangsstollen Murgwerk. Der Vortrieb des Oberwasserstollens (Kaverne bis Schachtfuß) erfolgt von einem Hilfsstollen aus steigend und fallend.

Der Vortrieb des Unterwasserstollens Murgwerk erfolgt aus dem Zulaufbauwerk am Ende des Hauptstollens Richtung Kraftwerkskaverne fallend.

Der Vortrieb des Hilfsstollens erfolgt fallend vom Zufahrtsstollen aus.

1.7.2.3 Ausbruch Kraftwerkskaverne

Der Aushub der Kalotte erfolgt über den Energieableitungsstollen. Ausgehend vom Energieableitungsstollen wird die Kalotte zunächst in Richtung Schwarzenbachwerk aufgefahren. Eine 2. Arbeitsfront kann anschließend eröffnet werden und der Vortrieb gleichzeitig in Richtung Murgwerk erfolgen.

Nach erfolgtem Kalottenaushub können im Bereich Schwarzenbachwerk die Kranbahnbalken betoniert werden, während ausgehend vom Zufahrtstollen bereits der Aushub der 1. Strosse begonnen werden kann. Das Aushubmaterial der 2. Strosse kann entweder über eine Rampe durch den Zufahrtstollen geschuttet werden oder über einen Schutterschacht zum Unterwasserstollen Schwarzenbachwerk gefördert werden.

Die Schutterung der 3. und 4. Strosse sowie des Pumpensumpfs erfolgt dann anschließend über den Unterwasserstollen.

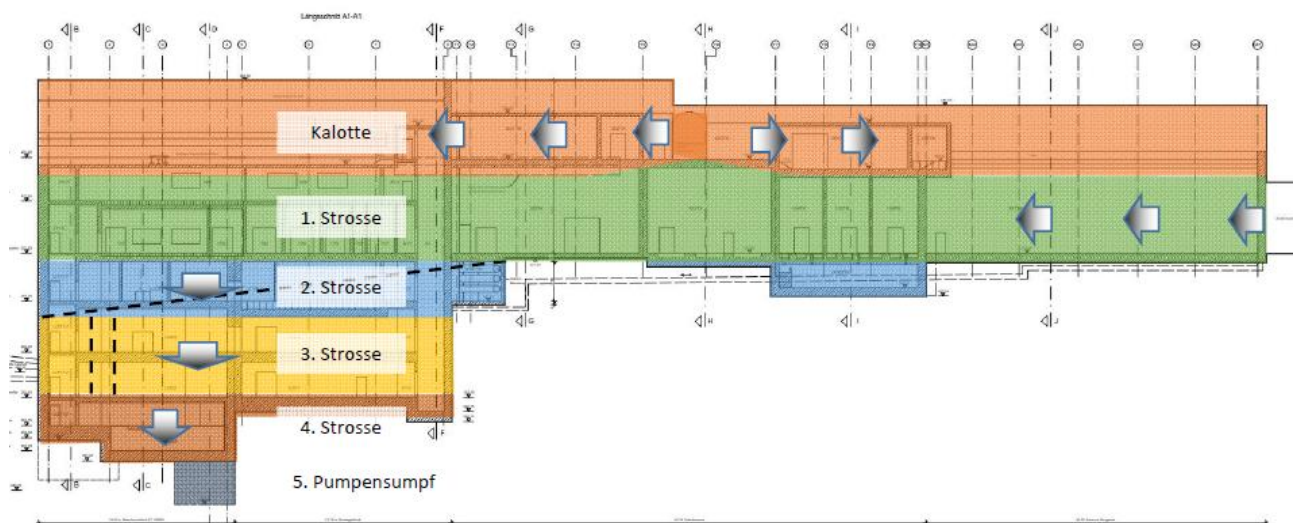


Abbildung 11: Längsschnitt Kraftwerkskaverne mit Darstellung der Ausbruchabläufe

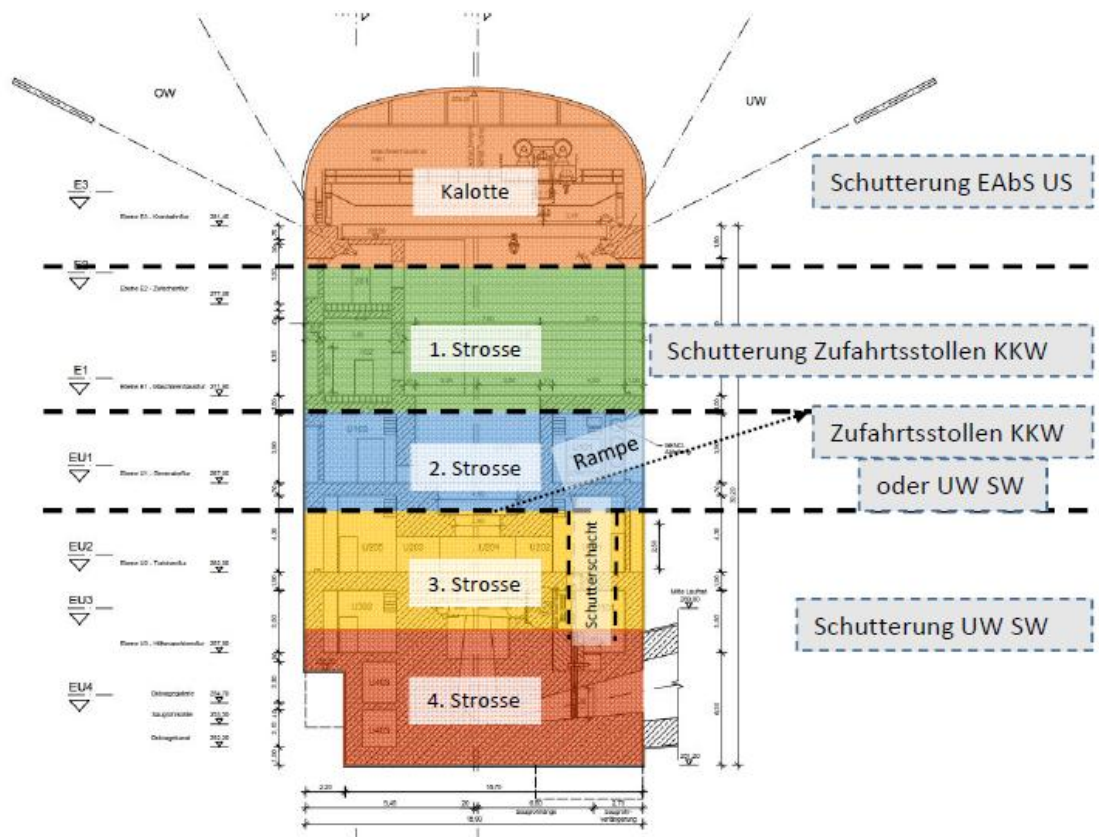


Abbildung 12: Querschnitt Kraftwerkskaverne mit Darstellung der Ausbruchabläufe

Die Gesamtausbruchzeit der Kraftwerkskaverne wird mit etwa 200 Kalendertagen eingeschätzt.

1.7.2.4 Mögliche Abfolge der Ausbruchvorgänge

Die folgenden Darstellungen zeigen eine mögliche Abfolge der Ausbruchvorgänge für die Kraftwerkskaverne und die Stollen. Letztlich werden die Ausbruchabfolgen jedoch vom Bauunternehmen anhand seiner eigenverantwortlichen, baubetrieblichen Überlegungen festgelegt.

Die Gesamtdauer der Ausbrucharbeiten wird mit etwa zwei Jahren veranschlagt.

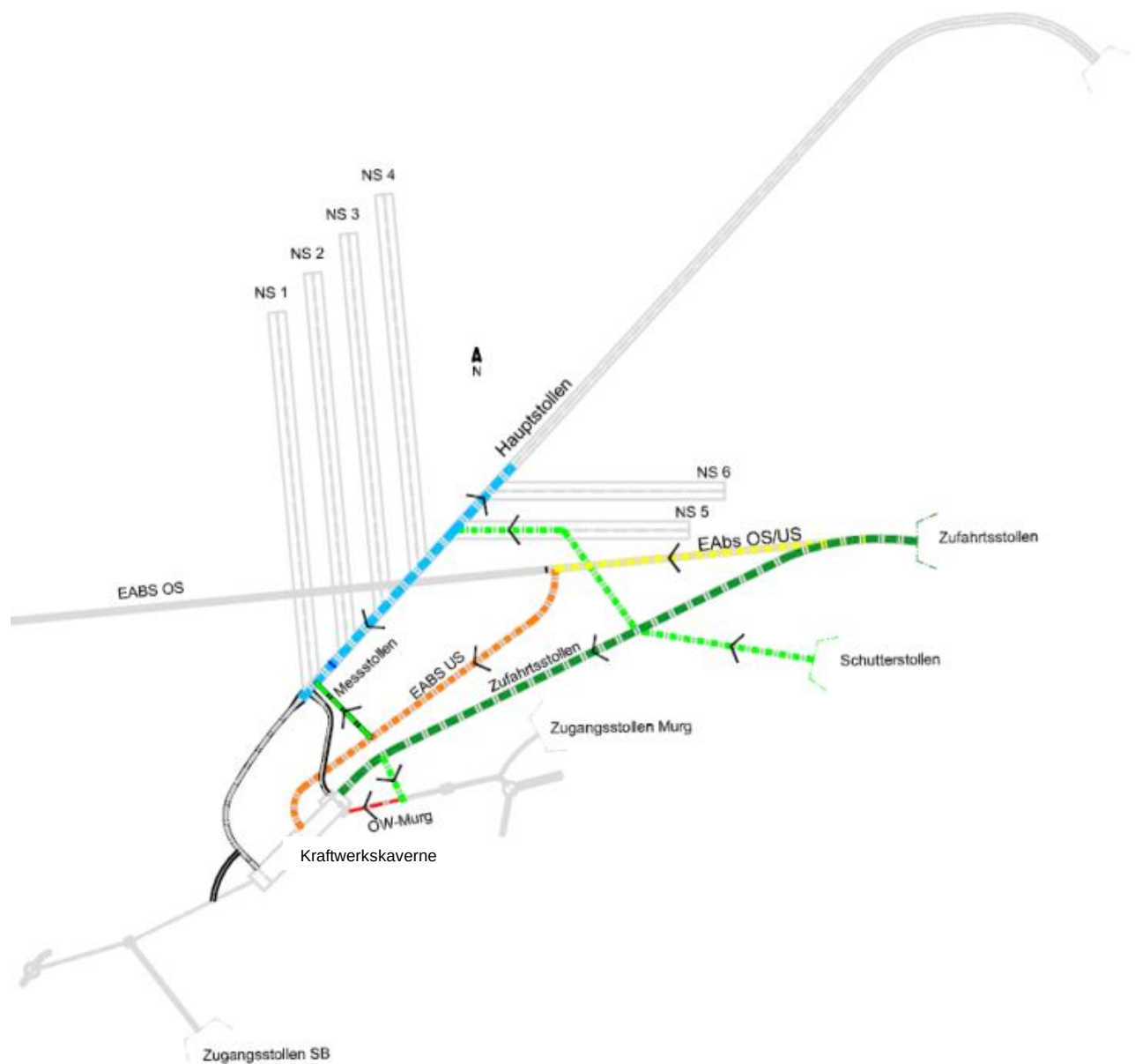


Abbildung 13: Tunnelbau - Graphische Darstellung der Ausbruchabläufe I

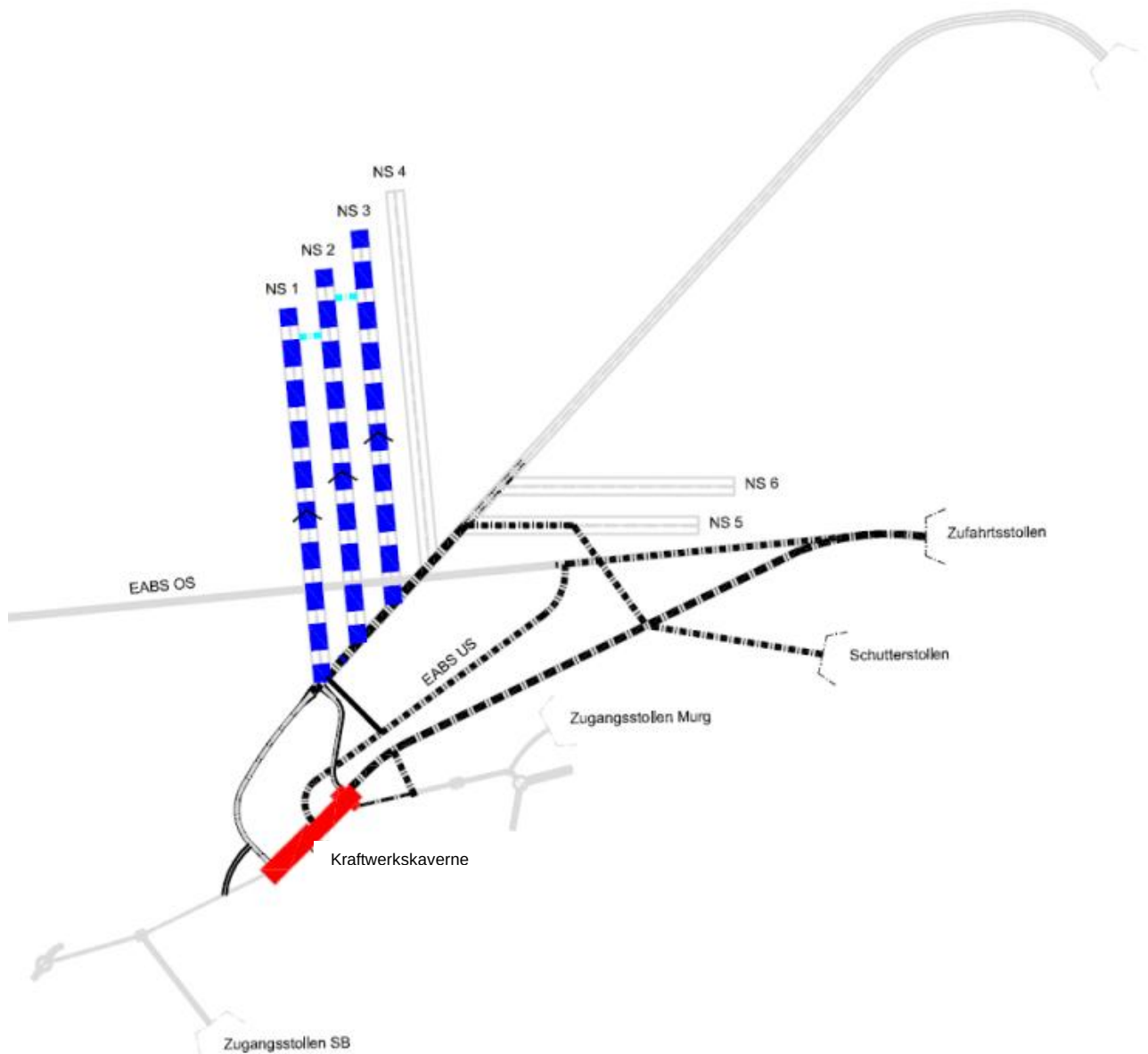


Abbildung 14: Tunnelbau - Graphische Darstellung der Ausbruchabläufe II

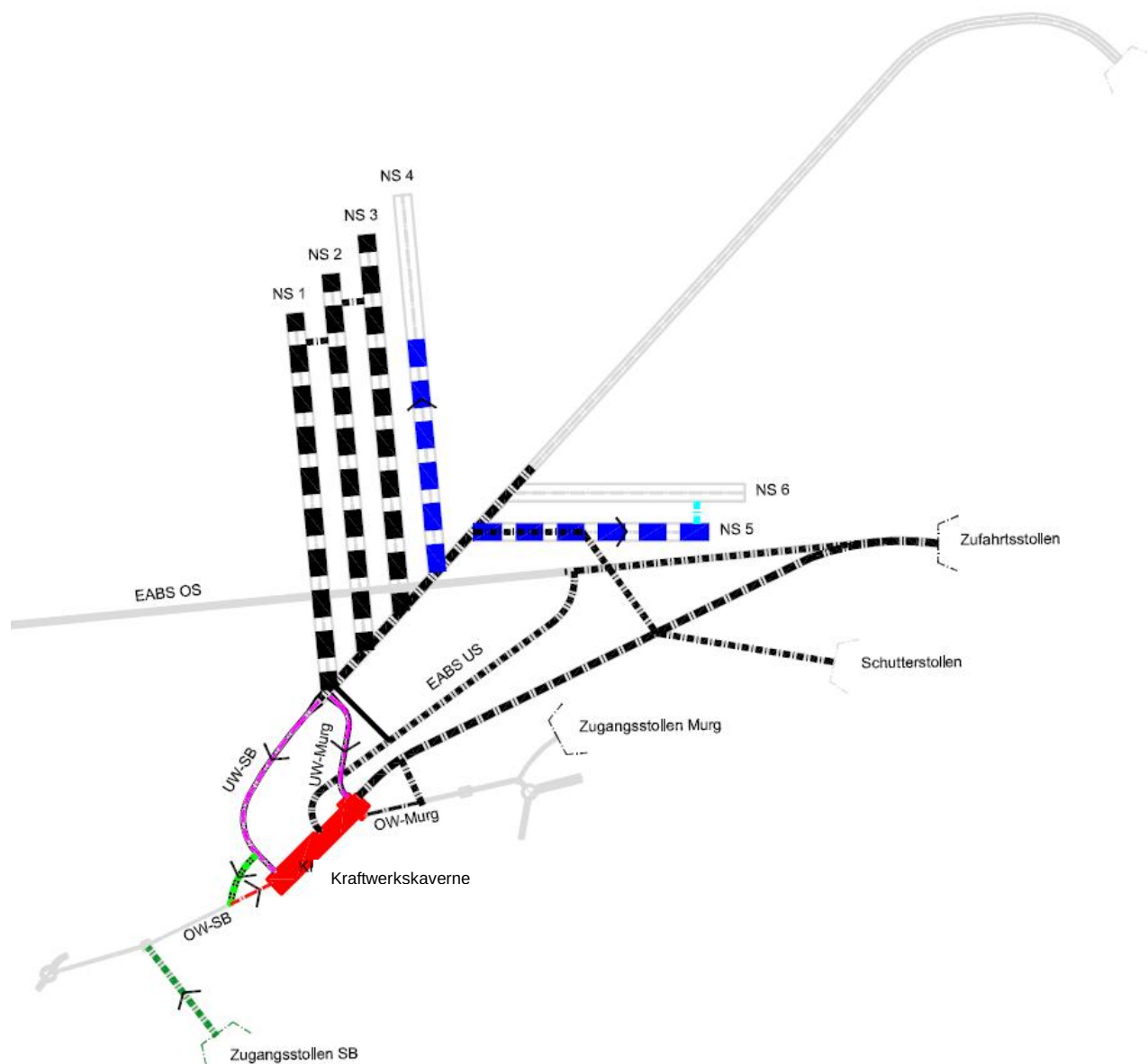


Abbildung 15: Tunnelbau - Graphische Darstellung der Ausbruchabläufe III

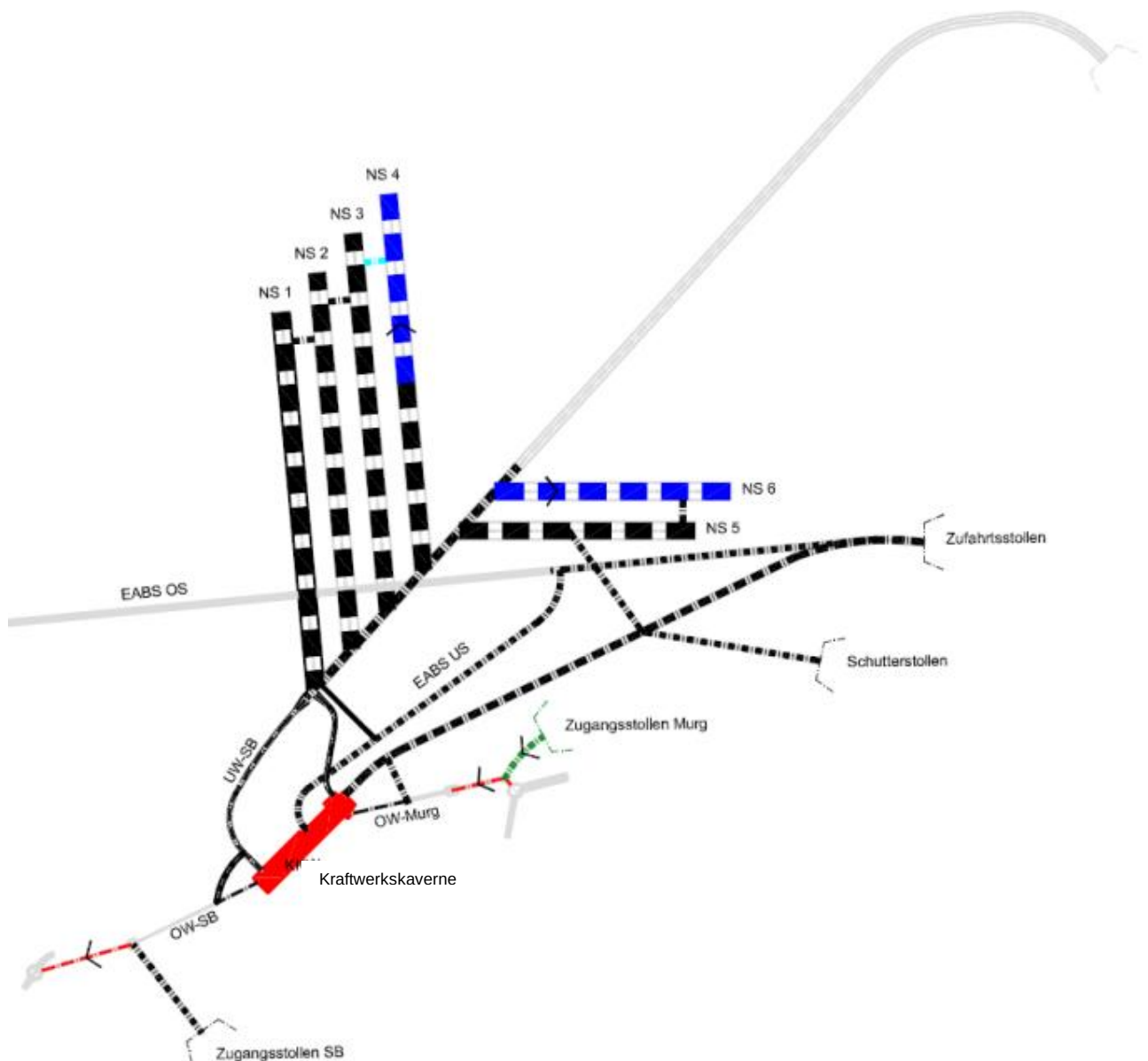


Abbildung 16: Tunnelbau - Graphische Darstellung der Ausbruchabläufe IV

1.7.2.5 Anbindung der neuen Oberwasserstollen an die Wasserschlösser

Beim Durchbruch der neuen Oberwasserstollen sind vor allem die Integrität der bestehenden Wasserschlosswand (Vermeidung von Rissen) und die Stabilität des unmittelbaren "Sturzes" (Vermeidung größerer Ausbrüche) zu sichern.

Arbeitsrichtung von der bestehenden Betonwand kommend zum Berg

Der Arbeitsvorgang hierzu ist wie folgt:

- Aufbringen einer über-Kopf-Sicherung durch in engem Abstand gesetzte kurze Felsanker ($e=0,5$ bis 1 m, $l=4$ m) mit oder ohne Stahlprofil

- Perforieren der Betonschale des Wasserschlosses durch enge gesetzte (Kern)Bohrungen entlang der geplanten Durchbruchlinie
- Abbruch der Betonschale des Wasserschlosses innerhalb der geplanten Durchbruchlinie durch z. B. Aufsatz-Fräskopf auf Hydraulikbagger
- Sprengvortrieb beginnend in kurzen Abschlügen



1



2



3



4

Abbildung 17: Beispiel schonender Durchbruch aus einem bestehenden Tunnel in den Berg

Arbeitsrichtung vom Berg kommend zur bestehenden Betonwand

Ist die Arbeitsrichtung umgekehrt (vom Berg kommend zur bestehenden Wasserschlosswand) wird der Sprengvortrieb bis auf wenige Meter an die Betonwand geführt, die letzten Meter mit Hydraulikhammer (Aufsatz auf Hydraulikbagger) oder sehr kurzen (Teil-) Abschlügen hergestellt. Zur Sicherstellung einer sauberen Anschlusslinie kann der Durchbruch auch mit einer Seilsäge hergestellt werden.

1.7.2.6 Ausbau der Kraftwerkskaverne

Unmittelbar nach Abschluss der Ausbrucharbeiten beginnt der Einbau des Erstbetons in dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk. Während der Erstbetonarbeiten kann bereits die Montage des Saugrohres und der Saugrohrklappe (einschließlich Zweitbetonverguss) erfolgen, da diese Einbauteile mit den Bauhilfskränen bewegt werden können.

Es ist vorgesehen zwei koppelbare Bauhilfskräne mit einer Traglast von jeweils 20 t zu installieren. Damit kann die Turbinenspirale bereits mit den Bauhilfskränen eingehoben werden und mit der Montage der Spirale begonnen werden, bevor der Maschinenhauskran zur Verfügung steht.

Sobald die Kranbahn im Erstbeton hergestellt ist, wird der Maschinenhauskran montiert und in Betrieb genommen. Der Maschinenhauskran wird benötigt für die Kugelschieber, Generator- und Turbinenmontage benötigt.

Die Zweitbetonarbeiten an der Spirale und in der Generatorgrube erfolgen in Abhängigkeit der Montagearbeiten von Turbine und Generator.

Die Ausbauarbeiten in dem Kavernenteil Schwarzenbachwerk werden bereits während den Erstbetonarbeiten begonnen, um die nötigen Voraussetzungen für die Montagen der elektrischen und maschinellen Anlagen in den Räumen des Turbinen- und Nebenanlagenblockes zu schaffen.

Die Montage der Einrichtungen in dem Kavernenteil Murgwerk wird erst begonnen, wenn der Maschinenhauskran zur Verfügung steht. Die Installation eines bauzeitlichen Hilfskranes im Murgwerk ist nicht vorgesehen.

1.7.2.7 Elektromechanische Ausrüstung Schwarzenbachwerk

Für die Montage des Saugrohrs, der Saugrohrklappe und der Panzerung sowie der Spirale müssen mindestens die Baustellenkrane zur Verfügung stehen.

Zu beachten ist, dass, sobald der untere Armstern eingesetzt ist, keine Teile mehr für die Pumpturbine durch die Generatorgrube transportiert werden können.

Danach werden Saugrohr, Saugrohrschütz und Panzerung mit Korrosionsschutz versehen. Teilweise parallel dazu wird der Kugelschieber vormontiert. Bei Fertigstellung und Prüfung der Korrosionsarbeiten folgen die Endmontage des Kugelschiebers, die Laufradmontage und die Endmontage der Pumpturbine. Anschließend folgt die Wellenfreigabe.

Für das Einheben des Kugelschiebers in die Grube muss der Maschinenhauskran zur Verfügung stehen. Die Montage des Maschinenhauskrans setzt die Fertigstellung der Betonarbeiten der Kranbahn voraus.

Bei Maschinen dieser Größe und Drehzahl sind eine Werksmontage und die Lieferung von vormontiertem Stator und Rotor möglich. Der Zufahrtsstollen wurde entsprechend dimensioniert, so dass die vormontierten Bauteile in den Kavernenteil Schwarzenbachwerk geliefert werden können.

Die nachstehenden Abläufe sowie der Bauzeitenplan gehen hingegen von einer Montage sowohl des Rotors als auch des Stators vor Ort aus. Bei einer Vormontage im Werk ist eine zeitliche Verkürzung der Generatormontage möglich.

Startpunkt für Montagebeginn des Motor-Generators ist der freigeräumte Montageplatz.

Begonnen wird mit der Baustelleneinrichtung und den Vorarbeiten am Montageplatz, d. h. setzen und vergießen (durch Baulos) der Sohlplatten, die für Stator- und Rotoraufstellung notwendig sind.

Die Statorrücken werden ggf. in Teilen angeliefert und auf dem Montageplatz zusammengefügt, ausgerichtet und verschweißt. Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt das „Blechen“ des Stators. Die Sohlplatten für die Statorbefestigung und die Befestigung des unteren Armsterns werden in der Generatorgrube eingebaut. Der untere Armstern wird eingebaut und das Wellenloch abgedeckt. Ab jetzt können keine Teile mehr für die Pumpturbine durch die Generatorgrube transportiert werden. Der geprüfte Stator mit Blechpaket wird in die Generatorgrube eingehoben. Es beginnt das Einlegen der Stäbe und das anschließende Verbinden zu Wicklungen am Stator. Nach Freiräumen des Montageplatzes wird mit der Rotorfertigung auf dem Montageplatz begonnen. Der Rotor wird komplett fertiggestellt. Nach Wellenfreigabe und Statorfertigstellung wird der Rotor eingefahren und gekuppelt. Es beginnt die Endmontage des Synchron-Motor-Generators.

Parallel werden alle Nebeneinrichtungen wie Kühlwasser, Ölanlagen, Bremsluft, Verrohrung, Klemmschänke, DC-Erregung, Anfahrumsrichter usw. fertiggestellt.

Schnittstellen hierbei sind zur Pumpturbine, Kühlwasser, Druckluft, Elektrische Anlagen, Leittechnik und TGA.

1.7.2.8 Elektrotechnische Anlagen und Leittechnik

Startpunkt der Arbeiten für die Elektrotechnischen Anlagen sind die Betonarbeiten. Ab diesem Zeitpunkt muss regelmäßig in den Betonierabschnitten der Fundamente der eingebaut werden.

Nach Übergabe der ersten Räume durch das Ausbaubüro und den montierten Lüftungskanälen beginnt die Montage der elektrischen Anlagen mit dem Kabeltrassenbau.

Mit kleinem Zeitversatz schließt sich die Montage des Doppelbodens an.

Es werden die ersten Verteilungen angeliefert und aufgestellt. Die Kabelverlegung beginnt.

Die Eigenbedarfs-Versorgung sollte circa 4 Monate vor Inbetriebsetzungsbeginn betriebsbereit sein. Aufgrund der erforderlichen Erneuerung der Schaltanlage im RFW sollte die Baustromversorgung so ausgelegt sein, dass ab diesem Zeitpunkt als Einspeisung der Eigenbedarf-Versorgung dienen kann.

Die Verbraucher der anzuschließenden Gewerke werden versorgt.

Dieser Prozess unterliegt stark den Fertigstellungsgraden der anzuschließenden Verbraucher.

Die Leittechnik beginnt mit ihren Montagen, nachdem der Doppelboden montiert ist und die Kabeltrassen weitestgehend fertiggestellt sind.

1.7.2.9 Elektromechanische Ausrüstung Murgwerk

Es wird davon ausgegangen, dass im Murgwerk Kompaktmaschinen zum Einsatz kommen werden. Hierbei handelt es sich um weitgehend standardisierte Maschinen, die im Werk vormontiert werden. Die vor-Ort Montage der Murgmaschinen geht deshalb vergleichsweise schnell vonstatten. Mit der Montage kann begonnen werden, sobald der Maschinenhauskran des Murgwerks installiert ist.

1.7.2.10 Bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen Untertage

Beim Bau wird auf den Einsatz von möglichst umweltverträglichen Materialien und Hilfsmitteln geachtet und entsprechende Anforderungen werden in den Bauverträgen verankert. Dazu zählen insbesondere das Vorhalten von Ölbindemitteln, der Einsatz von alkaliarmen oder -freien Spritzbetonbeschleuniger, und der Einsatz von Nitropenta-PETN und TNT-freiem Sprengstoff.

Im Bauzustand werden die anfallenden Wässer über temporäre Gräben und Rohrleitungen gesammelt und der Gewässerschutzanlage GSA-RFW (auf dem Gelände des RFW gelegen) zugeleitet. Größere Mengen fassbaren Bergwassers sollen gesondert gefasst und (nach Beprobung) direkt in die Vorflut eingeleitet werden. Bauwerksbezogen geschieht die Zuleitung der Bergwässer zu der GSA-RFW wie folgt:

- Das im Bauzustand in Zufahrtsstollen, Druckschacht und Hilfsstollen anfallende Wasser wird bis zum Portalgebäude Zufahrtsstollen gepumpt.
- Das im Bauzustand in der Kraftwerkskaverne anfallende Wasser wird bis zum Portalgebäude Zufahrtsstollen gepumpt.
- Das im Bauzustand in den Stollen des Kavernenwasserspeichers anfallende Wasser wird zum Portalgebäude Zufahrtsstollen gepumpt.
- Das im Bauzustand in Unterwasser- und Messstollen und Zulaufbauwerk sowie Energieableitungsstollen anfallende Wasser wird über die Kraftwerkskaverne bis zum Portalgebäude Zufahrtsstollen gepumpt.
- Das im Bauzustand des Schutterstollens anfallende Wasser wird bis zum Portalgebäude Zufahrtsstollen gepumpt.
- Das im Bauzustand des Unterwasserstollens Murgwerk anfallende Wasser wird bis zum Portalgebäude Zufahrtsstollen gepumpt.
- Das im Bauzustand in Druckschacht und Hilfsstollen Murgwerk anfallende Wasser wird bis zum Portalgebäude Zufahrtsstollen gepumpt.
- Das im Bauzustand in Druckschacht und Hilfsstollen Schwarzenbachwerk anfallende Wasser wird bis zum Portalgebäude Zufahrtsstollen gepumpt.

Das im Bauzustand anfallende Wasser des Zugangsstollens Murgwerk wird bis zum Portal gepumpt und von dort mit Hilfe einer fliegenden Leitung entlang der Forststraßen und der bestehenden Rohrbahn oder mittels Tankwagen der Gewässerschutzanlage RFW zugeführt.

Das im Bauzustand anfallende Wasser des Zugangsstollens Schwarzenbachwerk wird bis zum Portal gepumpt und von dort mit Hilfe einer fliegenden Leitung entlang der Forststraßen und der bestehenden Rohrbahn oder mittels Tankwagen der Gewässerschutzanlage RFW zugeführt.

1.7.2.11 Auslaufbauwerk Ausgleichsbecken

Das gesamte Bauwerk wird in einer offenen Baugrube bei abgesenktem Wasserspiegel im Ausgleichsbecken Forbach im Schutze einer Baugrubenumschließung erstellt. Inwieweit hierbei der Betrieb des Niederdruckkraftwerkes während der Bauzeit aufrechterhalten werden kann oder soll, ist anhand von wirtschaftlichen Abwägungen in einer späteren Projektphase festzulegen.

Die Böschungsneigungen werden in Abhängigkeit von der angetroffenen Geologie festgelegt.

Das Bauwerk wird in Stahlbeton errichtet und nach Fertigstellung, geometrisch in Anpassung an das Gelände, wieder eingeschüttet.

Die Zufahrt zum RFW muss während der Bauzeit des Auslaufbauwerks und der Anbindung an den Hauptstollen des Kavernenwasserspeichers auch für LKW ohne Unterbrechung sichergestellt werden. Dies erfolgt entweder mit Hilfe einer temporären Brücke oder durch mehrmaliges Verschwenken der Zufahrt.

Bauzeitlich anfallendes Wasser wird über eine fliegende Leitung zur Gewässerschutzanlage RFW am Portalgebäude des Zufahrtsstollens gepumpt.

1.7.2.12 Portale der Zugangsstollen Schwarzenbachwerk und Murgwerk

Die Portale der Zugangsstollen Schwarzenbachwerk und Murgwerk werden in offener Bauweise in einem Voreinschnitt, von dem aus der Vortrieb der Zugangsstollen erfolgt, nach Abschluss der Tunnelbauarbeiten hergestellt. Der Voreinschnitt liegt im Forbach-Granit. Er wird mit Böschungsneigung 5:1 erstellt und temporär mit Spritzbeton, soweit erforderlich, gesichert. Darüber liegende kurze Böschungen im Lockermaterial werden 2:3 angeböscht und mit Erosionsschutz versehen (Vlies oder gleichwertig).

Bauzeitlich anfallende Wässer werden mit Hilfe einer fliegenden Leitung entlang der Forststraßen und der bestehenden Rohrbahn oder mittels Tankwagen zur Gewässerschutzanlage RFW geleitet und dort gereinigt.

1.7.2.13 Portalgebäude Zufahrtsstollen

Das Portalgebäude Zufahrtsstollen wird in einem Voreinschnitt, von dem aus der Vortrieb von Zufahrtsstollen und Energieableitungsstollen erfolgt, nach Abschluss der Tunnelbauarbeiten hergestellt. Der Voreinschnitt liegt im Forbach-Granit. Er wird mit Böschungsneigung 5:1 erstellt und temporär mit Spritzbeton, soweit erforderlich, gesichert. Darüber liegende kurze Böschungen im Lockermaterial werden 2:3 angeböscht und mit Erosionsschutz versehen (Vlies oder gleichwertig).

Bauzeitlich anfallendes Wasser wird über die Gewässerschutzanlage RFW gereinigt und von dort in das Ausgleichsbecken Forbach gepumpt.

1.7.2.14 Betriebsstillstand Schwarzenbachwerk und Murgwerk

Eine Reihe von Arbeiten können nur bei Betriebsstillstand oder entleertem Wasserweg durchgeführt werden.

Zur Erstellung des Schwarzenbachwerkes sind dies:

- Ersatz der Kugelschieber in der Schieberkammer
- Betonsanierung Wasserschloss II
- Anbindung des neuen Oberwasserstollens an das Wasserschloss II

Die Durchführung folgender Arbeiten zur Erneuerung des Murgwerks bedingen einen Betriebsstillstand:

- Betonsanierung Wasserschloss I
- Anschluss des neuen Oberwasserstollens an das Wasserschloss
- Demontage/Neuinstallation der 20-kV Schaltanlage im Murgwerk

Die gesamte Stillstandszeit des Schwarzenbachwerks, von der Ausserbetriebnahme des alten Werks bis zum Beginn des Probebetriebes des neuen Pumpspeicherwerks, wird mit insgesamt rund 7,5 Monaten eingeschätzt.

Die gesamte Stillstandszeit des Murgwerks, von der Ausserbetriebnahme des alten Werks bis zum Beginn des Probebetriebes des neuen Kraftwerks, wird ebenfalls mit insgesamt rund 7,5 Monaten eingeschätzt.

Es ist vorgesehen beide Anlagen gleichzeitig außer Betrieb zu nehmen. Der Betrieb der Schwarzenbachstalsperre und des Raumünzachwerks während der Stillstandszeiten ist im Vorfeld mit dem Betreiber abzustimmen.

1.7.2.15 Absenkung Ausgleichsbecken

Zu Beginn der Außerbetriebnahme des Schwarzenbach- und des Murgwerks wird das Ausgleichsbecken Forbach über einen Zeitraum von etwa 3 Monaten auf das Absenkziel abgesenkt. Dadurch kann das Auslaufbauwerk ohne aufwendige Baugrubenumschließung erstellt werden.

Sofern wirtschaftlich von Vorteil kann die Baugrubenumschließung jedoch auch auf ein höheres Stauziel im Ausgleichsbecken ausgelegt werden, so dass der Weiterbetrieb des Niederdruckwerkes gesichert werden kann.

1.7.3 Bauzeitlicher Brandschutz unter Tage

Schutzziel des bauzeitlichen Brandschutzes ist der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorzubeugen und bei einem Brand wirksame Rettungs- und Löscharbeiten möglich zu halten.

Um dieses Schutzziel zu erreichen sind geeignete bauliche, technische und organisatorische Maßnahmen zu treffen und zu überwachen. Im nachfolgenden Kapitel werden diese Maßnahmen beschrieben. Dieses Kapitel ersetzt jedoch keinen Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan, der nach Zuordnung der Arbeiten zu einzelnen Werkunternehmern in der Ausschreibungsphase erstellt werden kann.

Die Untertagebauwerke werden über vier Portale aufgefahren, versorgt und entsorgt:

- Portalgebäude Zufahrtsstollen auf dem Gelände des RFW
- Portal Schutterstollen
- Portal Zugangsstollen Schwarzenbachwerk
- Portal Zugangsstollen Murgwerk

Die Anbindung des Oberwasserstollens Murgwerk an das Wasserschloss I, des Oberwasserstollens Schwarzenbachwerk an das Wasserschloss II und des Hauptstollens des Kavernenwasserspeichers an das Ausgleichsbecken erfolgt erst gegen Projektende hin, somit stehen diese drei Verbindungen nach ober Tage für die weitaus überwiegende Dauer der Baumaßnahmen nicht zur Verfügung.

Die Materialversorgung der Vortriebe erfolgt mittels LKW über die oben genannten Portale. Die Schutterung erfolgt mittels LKW über diese Portale.

Alle untertägigen Bauwerke werden mit einer Zugangskontrolle ausgestattet. Damit kann die Anzahl der jeweils unter Tage tätigen Personen jederzeit festgestellt werden.

Unter Tage sind Beschäftigte von Haupt- und Nachunternehmern sowie Dienstleister und Lieferanten tätig. Besucher werden nur in überwachten Gruppen und nach sicherheitstechnischer Einweisung geführt.

1.7.3.1 Maßnahmen Brand unter Tage

Baulicher Brandschutz (Brandlast unter Tage)

Typische Brandlasten unter Tage sind Bau- und Bauhilfsstoffe wie Holz und Kunststoffe (z. B. Luttenmaterial, Abdichtungsfolien, Fugenbänder), Fahrzeuge, Gefahrstoffe und Kraftstoffe. Erste Maßnahme zur Vermeidung von Bränden unter Tage und deren Ausbreitung ist die Minimierung solcher Brandlast unter Tage. Es sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Der Einsatz und die Lagerung brennbarer Stoffe im Tunnel sind auf ein Minimum zu beschränken und haben stets ordnungsgemäß zu erfolgen. Im Tunnel darf während des Vortriebs maximal ein Tagesbedarf an Materialien gelagert werden.
- Alle Lagerbereiche von gefährlichen Arbeitsstoffen im Tunnel sind als Gefahrenbereiche zu kennzeichnen. Im Brandschutzplan sind die einzelnen Lagerbereiche mit Angabe der Mengen und Gefahrenklassen einzuzeichnen.
- Alle Anlagen, Geräte und Fahrzeuge sind in den Tunnelröhren auf das unbedingt notwendige Maß zu reduzieren. Bei Lagerungen bzw. Abstellplätzen sind entsprechende Sicherheitsabstände (Gefahr des Brandüberschlags zwischen Anlagen und Geräten/Fahrzeugen) zu berücksichtigen. Die Parkpositionen sind zu kennzeichnen.
- Im Bereich von Stollenverzweigungen dürfen keine Fahrzeuge und Geräte geparkt werden.
- Im Tunnel dürfen keine benzin- oder flüssiggasbetriebenen Fahrzeuge oder Geräte benutzt werden. Bei eingesetzten Fahrzeugen und Geräten mit Verbrennungsmotoren sind die Anforderungen für den Untertagebau einzuhalten.
- Es sind nur schwer entflammbare Hydraulik- und Kühlflüssigkeiten zu verwenden.
- Die Lutten müssen aus zumindest selbstverlöschendem Material gemäß den Anforderungen der DIN 22100 Teil 3 und 4 bestehen, Abdichtungsfolien etc. sinngemäß den Anforderungen der DIN 22100 entsprechen.
- Zur Verringerung der Brandlasten dürfen Materialien für die Tunnelabdichtung (Folie und Vlies) nur kontinuierlich entsprechend Bedarf des Arbeitsfortschritts einzubringen. Der Vorlauf der Tunnelabdichtung gegenüber der betonierten Tunnelinnenschale ist auf das absolut notwendige Minimum zu begrenzen.

Technischer Brandschutz (Lüftung im Brandfall, Erste (mobile) und erweiterte (stationäre) Löschhilfe)

Im Vortrieb sichert die Tunnellüftung die ausreichende Luftversorgung von Mannschaft und Gerät sowie das Abziehen von Sprengschwaden und Abgasen.

Im Brandfall sichert die Tunnellüftung die Rauchfreihaltung der Fluchtwege. Die Luftzufuhr und -abfuhr geschieht im Brandfall, gleich wie im Vortrieb, über die vier Portale:

- Portalgebäude Zufahrtsstollen auf dem Gelände des RFW
- Portal Schutterstollen
- Portal Zugangsstollen Schwarzenbachwerk
- Portal Zugangsstollen Murgwerk

Die Anbindung des Oberwasserstollens Murgwerk an das Wasserschloss I, des Oberwasserstollens Schwarzenbachwerk an das Wasserschloss II und des Hauptstollens des Kavernenwasserspeichers an das Ausgleichsbecken erfolgt erst gegen Projektende hin, somit stehen diese drei Verbindungen nach ober Tage für die weitaus überwiegende Dauer der Baumaßnahmen nicht zur Verfügung.

Es sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Zur Rauchfreihaltung der nicht betroffenen untertägigen Bauwerke, die auch als Flucht- und Rettungsweg dienen, muss in diesen ein leichter Überdruck erzeugt werden können.
- Der AN-BAUut hat vor Inangriffnahme der Arbeiten sein Lüftungskonzept vorzulegen, in dem auf Basis seiner gewählten Arbeitsfolge die maßgeblichen Lastfälle untersucht und die Lüftungssteuerung für diese Fälle festgelegt werden.
- Diese Lüftungssteuerung für den Brandfall ist mit der Feuerwehr abzustimmen.
- Die Energieversorgung der Lüftung für den Brandfall muss sichergestellt sein.
- Der Ausfall einer Lutte ist durch geeignete Materialwahl und Konstruktion wirkungsvoll hinten zu halten, wenn durch den Ausfall die Arbeitssicherheit weiterer Bauwerke unter Tage beeinträchtigt wird.

Als erste (mobile) Löschhilfe sind Feuerlöscher vorgesehen. Für diese gilt:

- Es sind für die ober Tage und unter Tage vorhandenen Brandklassen geeignete und entsprechend dimensionierte Feuerlöscher und Feuerlöschmittel vorzuhalten
- Der Einsatz von Pulverlöschgeräten im Tunnel ist verboten

- Im Tunnel sind Feuerlöscher zumindest an folgenden Stellen vorzuhalten: Auf allen Geräten und Fahrzeugen, am Ort von Abdichtungs-, Bewehrungs- und Schalarbeiten, in allen Aufenthaltsräumen

Als erweiterte (stationäre) Löschhilfe ist vorgesehen:

Von den in den Vortrieben vorgesehenen Brauchwasserleitungen ist je Tunnelröhre mindestens eine Leitung als Nasslöschleitung auszuführen. Für den Aufbau der Nasslöschleitung dürfen nur nichtbrennbare Materialien verwendet werden.

Die Nasslöschleitungen sind alle 125 m mit Abgängen (gesicherte Kugelschieber und C-Storz - Festkupplung) zu versehen

Arbeitsgeräte im Tunnel sind mit (manuell auszulösenden) Löscheinrichtungen im Motorraum auszustatten

1.7.3.2 Organisatorischer Brandschutz unter Tage

Brandschutzausbildung der Mitarbeiter

Spätestens ab Arbeitsbeginn sind während der Bauzeit regelmäßig zu wiederholende dokumentierte Schulungen in vorbeugendem und abwehrendem Brandschutz für alle auf der Baustelle tätigen Mitarbeiter des AM-BAUut durchzuführen. Schulungen sollen enthalten: Übung der Alarmierungsmaßnahmen, eines Löschangriffes, der Evakuierungsmaßnahmen.

Branderkennung und -meldung

Die Brandmeldung erfolgt durch die anwesenden Personen. Diese sind entsprechend zu sensibilisieren und zu instruieren, die Weiterleitung der Meldung ist sicherzustellen. Die Meldung erfolgt grundsätzlich durch die Person, die das Ereignis feststellt.

Die Meldung erfolgt über das unter Tage installierte Tunneltelefon. Dieses wird 2-fach installiert (backup bei Ausfall).

Technische Brandmeldesysteme sind z. B. im Bereich von untertägigen Transformatorenanlagen, Tankanlagen, Werkstätten und Lagerstellen von Brandlasten und gefährlichen Stoffen erforderlich.

Brandschutzplan, -ordnung, -buch

Vom AN-BAUut ist Brandschutzbeauftragter zu benennen. Brandschutzpläne, Brandschutzordnungen und Brandschutzbücher sind zu erstellen und aktuell zu halten.

1.7.3.3 Rettungskonzept unter Tage

Selbstrettung (Fluchtfahrzeuge)

Im Ereignisfall kommt das Selbstrettungskonzept zur Anwendung, das mit den der Situation entsprechenden Aktionen umzusetzen ist (Unfallstelle absichern, Erste Hilfe leisten, Maßnahmen der ersten und der erweiterten Löschhilfe setzen, Evakuierung in sichere Bereiche, Fremdrettung anfordern).

Folgende Maßnahmen sind vorgesehen:

- Fahrzeuge vor Ort: bei Arbeiten im Tunnel müssen immer Fahrzeuge vor Ort sein, die als Fluchtfahrzeuge dienen können (abhängig von der Anzahl der betroffenen Personen - Mannschaftstransportfahrzeuge oder "normale" PKW)
- Selbstretter für jede unter Tage anwesende Person
- Fußweg im Tunnel mit Orientierungshilfe (z. B. Sicherungsleine)
- Rettungscontainer im maximalen Abstand von 500 m von der Arbeitsstelle, nach Platzangebot und vorhandene Atemluftreserven ausreichend für die maximal vor Ort eingesetzte Mitarbeiter- und Besucheranzahl

Fremdrettung (Koordination Baustelle- Einsatzkräfte)

Fahrer/Lotse für den Einsatz im Tunnel (Atemschutzträger mit Tauglichkeit und Ausbildung für Sauerstoffkreislaufgerät) sind auszubilden.

Fluchtwege und Sammelplätze

Planmäßige Fluchtwege sind die bereits aufgefahrenen Querschnitte. Da das Untertagebauwerk stark verzweigt ist, ist an allen Verzweigungspunkten die richtige Fluchtrichtung mit beleuchtetem, baustromunabhängigem Piktogramm zu beschildern.

Im Bereich der Baustelleneinrichtungsflächen sind Verkehrsflächen als Sammelplätze für die Einsatzkräfte und Mitarbeiter einzurichten. Die Sammelplätze dienen dazu, dass alle Einsatzkräfte und Mitarbeiter der jeweiligen Baustelle im Evakuierungsfall Aufstellung nehmen können. Die Sammelplätze sind in Natura zu kennzeichnen und in den Baustelleneinrichtungsplänen einzuzeichnen. Die Plätze müssen auch im Brandfall benutzbar bleiben. Sie sind für den Bedarfsfall freizuhalten bzw. rasch zu räumen.

1.7.4 Verwertung von Boden und Ausbruch

1.7.4.1 Verwertung von Boden

Böden fallen in Zusammenhang mit der Baumaßnahme nur in geringem Umfang an den folgenden Teilbereichen an:

- Portaleinschnitte am Auslaufbauwerk, am Zufahrtsstollen und an den Zugangsstollen des Schwarzenbach- und des Murgwerks

In geringem Umfang vorhandenes Bodenmaterial im Bereich der Voreinschnitte der Portale wird getrennt nach Ober- und Unterboden auf der Fläche G in Mieten gelagert und nach Abschluss zur Andeckung der Bereiche wiederverwendet.

1.7.4.2 Verwertung von Ausbruchmassen

Es fallen insgesamt circa 380.000 m³ feste Masse Felsausbruch aus unter Tage an, dies entspricht circa 490.000 m³ Lagervolumen. Die überwiegende Menge stammt aus dem Ausbruch der Kraftwerkskaverne und des Kavernenwasserspeichers und wird zunächst am Portalgebäude des Zufahrtsstollens auf dem RFW-Gelände und nach Auffahren des Schutterstollens an dessen Portal an der B462 zu Tage gefördert.

Das Ausbruchmaterial der Kavernen wird über der B462 in den Murgschifferschaftsbruch der VSG transportiert und dort eingebaut.

Lediglich 6.000 m³ bzw. 5.000 m³ Stollenausbruch fallen beim Auffahren der Zugangsstollen und der Drosselklappenkammern des Schwarzenbachwerks und des Murgwerks an. Dieses Ausbruchmaterial wird über die bauzeitlichen Wege und die L83 ebenfalls in den Murgschifferschaftsbruch transportiert und dort eingebaut.

Die Ablagerung erfolgt dort in einer Halde, die sukzessive in mehreren Sohlen bis zu 100 m hoch aufgeschüttet wird. Das Material wird bei seinem Einbau auf mögliche baubetriebliche Verunreinigungen (Sprengstoffrückstände, Spritzbetonrückprall etc.) untersucht. Verunreinigtes Ausbruchmaterial wird nicht in die Halde eingelagert, sondern ordnungsgemäß entsorgt.

Das eingelagerte Material geht in das Eigentum der VSG über. Es wird anschließend über einen Zeitraum von ca. 20 Jahren in vom Markt nachgefragte Baustoffe aufbereitet und vermarktet. Lagerung und Verwertung des Materials sind nicht Gegenstand des Planfeststellungsantrages, sondern werden von der VSG im Rahmen einer Änderung ihrer BImSchG Genehmigung beantragt.

Unverwitterter bis angewitterter Granit ist der Einbauklasse Z 0 zuzuordnen. Im mäßig bis vollständig verwitterten Granit und in Granit mit vererzten Kluftfüllungen können hingegen geogene Belastungen auftreten. Im Verbreitungsgebiet des Forbach-Granits ist auch für den verwitterten Granit ein uneingeschränkter Einbau möglich.

Die Massen fallen während der Ausbruchvorgänge innerhalb der ersten zwei Jahre der Bauzeit an. Die für den Abtransport erforderlichen Transportvorgänge wurden anhand der zeitlichen und mengenmäßigen Verteilung des Ausbruchs als Eingangswerte für die immissionsbezogenen Untersuchungen detailliert ermittelt.

Folgende Volumenfaktoren werden angesetzt:

Volumen „lose“ = Masse fest x Auflockerungsfaktor 1,5

Volumen „eingebaut und verdichtet“ = Masse fest x Einbaufaktor 1,29

Weitere Angaben finden sich im Teil D.IV Entsorgungskonzept für mineralische Abfälle.

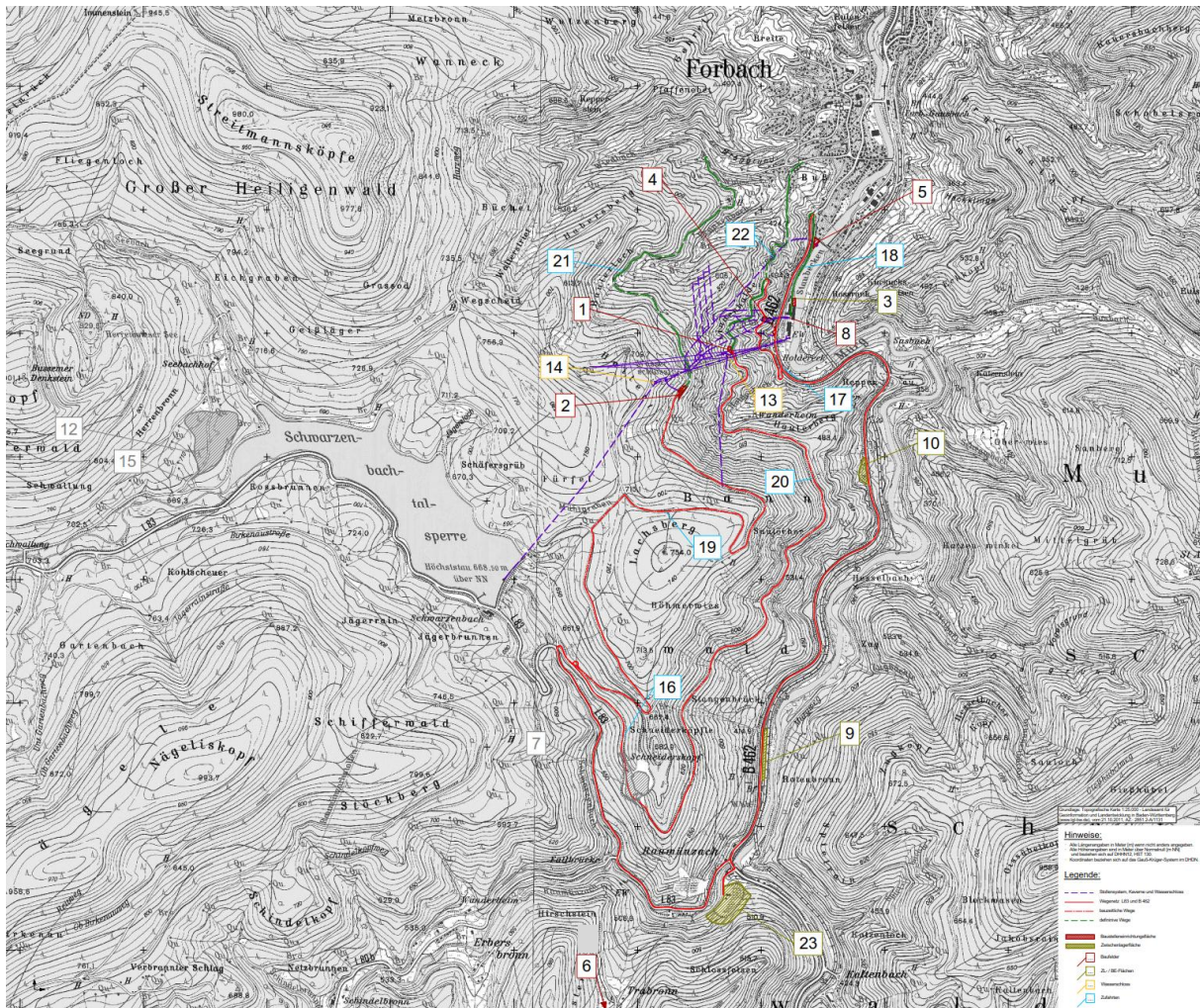
1.7.5 Baubedingte Transporte und Baugeräteinsatz

Die Massen- und Personentransporte während der Bauzeit wurden anhand des Bauablaufplanes und der ermittelten Massen detailliert untersucht und aufgeschlüsselt. Des Weiteren wurde der Art und Dauer des Baugeräteinsatzes an den punktuellen Baufeldern ermittelt.

Diese Angaben dienen als Eingangsdaten für die Immissionsgutachten. Anhand der genutzten Wege sowie der Anzahl der Transporte und den Baugeschehen auf den Baufeldern wurden Gutachten zum Schutzgut Luft und zu den Auswirkungen von Schall und Erschütterungen erstellt (zu finden in den Anlagen F.I, F.II und F.III).

Zur besseren Übersicht sind die Baufelder in

Abbildung 18 graphisch mit Nummerierung dargestellt.



- | | | | |
|----|--|----|---|
| 1 | Portal Oberwasserstollen Murgwerk | 12 | entfällt |
| 2 | Portal Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk | 13 | Wasserschloss Murgwerk |
| 3 | Baustelleneinrichtungsfläche RFW | 14 | Wasserschloss Schwarzenbachwerk |
| 4 | Portal Schutterstollen | 15 | entfällt |
| 5 | Auslaufbauwerk | 16 | Anschluss bauzeitliche Zufahrt zu Zugangsstollen Murgwerk |
| 6 | entfällt | 17 | Betriebszufahrt/bauzeitl. Zufahrt Portal Schutterstollen |
| 7 | entfällt | 18 | Bauzeitliche Zufahrt Auslaufbauwerk und Zufahrtsstollen |
| 8 | Portalgebäude Zufahrtsstollen | 19 | Bauzeitliche Zufahrt Zugangsstollen Schwarzenbachwerk |
| 9 | BE Bahnhof Raumünzach | 20 | Bauzeitliche Zufahrt Zugangsstollen Murgwerk |
| 10 | BE Parkplatz B462 | 21 | Betriebszufahrt Zugangsstollen Schwarzenbachwerk |
| 11 | entfällt | 22 | Betriebszufahrt Zugangsstollen Murgwerk |
| | | 23 | Baustelleneinrichtungsfläche Murgschifferschaftsbruch mit Flächen F und G |

Abbildung 18: Graphische Darstellung der Baufelder

1.7.5.1 Massentransporte

Im Folgenden werden die Annahmen zur Ermittlung der einzelnen maßgebenden Massenströme Ausbruchmaterial, Beton und externe Anlieferungen erläutert.

Um das Verkehrsaufkommen in Fahrten pro Tag zu ermitteln, das während eines gewissen Zeitraums herrscht, werden die Massen des Gesamtmaterials sowie die benötigte Anzahl der Transportgeräte bestimmt.

a) Ausbruch

Die Fahrten zum Transport der Ausbruchmassen zum Murgschifferschaftsbruch stellen die überwiegende Anzahl der Transportvorgänge dar. Die Ausbruchmassen aus Untertage treten an den folgenden Portalen zutage:

- Oberwasserstollen Murgwerk (1),
- Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk (2),
- Zufahrtsstollen auf RFW Betriebsgelände (8) und
- Schutterstollen (4).

Es wurde angenommen, dass der Abtransport der Ausbruchmassen mit LKWs ausgeführt wird, die durchschnittlich 10 m³ pro Fahrt fassen.

b) Beton

Betonanlieferungen finden zu den zwei Oberwasserstollen (1/2) und dem Zufahrts- sowie dem Schutterstollen (4/8) sowie zu den zwei Wasserschlössern (13/14) und dem Auslaufbauwerk (5) statt. Des Weiteren wird Spritzbeton am Zufahrts- und Schutterstollen (4/8) benötigt.

Anhand der genutzten Wege und der benötigten Betonmassen sowie deren zeitlichen Verteilungen wurde die Anzahl der LKW-Fahrten ermittelt. Es wird davon ausgegangen, dass die Betonanlieferungen mit LKWs ausgeführt werden, die circa 8 m³ Beton pro Fahrt transportieren können.

c) Externe Zulieferer

Anlieferungen von Schalmaterial, Materialien für den Stollenausbau, den Innenausbau der Ausbaugewerke, die Druckstollenpanzerung, Bewehrungsstahl, maschinen- und

elektrotechnischer Ausrüstung und stahlwasserbauliche Anlagen werden von externen Zulieferern ausgeführt.

Am Auslaufbauwerk (5) werden Schalmaterial sowie Bewehrungsstahl und Stahlwasserbaulieferungen benötigt.

An die Zugangsstollen Schwarzenbachwerk (19) und Murgwerk (20) wird das Material für die Stollenpanzerung sowie stahlwasserbauliche Ausrüstung geliefert.

Zu den Unterwasserstollen des Schwarzenbachwerks und des Murgwerks und zur Kraftwerkskaverne finden Anlieferungen für Schalungs- und Betonarbeiten über Schutter- und Zufahrtsstollen (4/8) statt.

Am Schutter- und Zufahrtsstollen (4/8) sind Anlieferungen für Schalungsarbeiten, Betonbau, Innenausbau sowie für die maschinen- und elektrotechnische Ausrüstung erforderlich.

Die Abschätzung des Verkehrsaufkommens wurde unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Transportwege, der Transportfahrzeuge (Sattelzügen oder LKWs) und der zeitlichen Verteilung der Materialien vorgenommen.

1.7.5.2 Personentransporte

Zusätzlich zu den Massentransporten wurde eine Einschätzung der Fahrten durch das Baustellenpersonal, bestehend aus Bauarbeiter, Bauleitung und Bauüberwachung zu den Baufeldern vorgenommen.

a) Bauarbeiter

Es ist vorgesehen den Transport der Bauarbeiter mit Kleinbussen (à 10 Personen) zu bewerkstelligen. Als zentraler Parkplatz und Verteilerpunkt für die Bauarbeitertransporte ist die Baustelleneinrichtungsfläche F am Murgschifferschaftsbruch in Raumünzach (23) vorgesehen. Die Anfahrt der Einzelpersonen zur Baustelleneinrichtungsfläche F in Raumünzach wird im Transportkonzept nicht berücksichtigt, da sich diese außerhalb des Projektgebiets befinden und die Transportmittel sowie genaue Wegstrecken nicht ermittelbar sind.

Bei den untersuchten Bau- und Montagevorgängen handelt es sich im Allgemeinen um Leistungen des Stollenausbruchs/Baugrubenaushubs, Betonbaus, der Maschinen- und Elektrotechnik, des Innenausbaus, des Betriebs der Baustelleneinrichtungsflächen, des

Stahlwasserbaus und der Panzerung. Anhand des Bau- und Montagevorgänge wurde die benötigte Anzahl an Bauarbeiter abgestimmt. Die angefahrenen Baufelder können zusammengefasst werden in:

- Portal Oberwasserstollen Murgwerk (1)
- Portal Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk (2)
- Auslaufbauwerk (5)
- Kraftwerkskaverne über Schutter- und Zufahrtsstollen (4/8)

Es wurden die Arbeitszeiten und der Zeitraum der Anwesenheit der Bauarbeiter abgeschätzt. In den untertägigen Baufeldern wurde von einem 24 Stunden Betrieb ausgegangen, auf allen anderen wird ein 12 Stunden Betrieb angenommen. Zusammen mit den Anfahrtswegen, bilden diese Angaben die Eingangsdaten für die Immissionsgutachten.

b) Bauleitung/Bauüberwachung

Das Personal der Bauleitung und der Bauüberwachung fährt mit PKWs von der Baustelleneinrichtungsfläche Murgschifferschaftsbruch (23) zu den folgenden Baufeldern:

- Oberwasserstollen Murgwerk (1)
- Oberwasserstollen Schwarzenbachwerk (2)
- Auslaufbauwerk (5)
- Kraftwerkskaverne (über Schutter-/Zufahrtsstollen) (4/8)

Die benötigte Personalanzahl von Bauleitung und Bauüberwachung mit den Anwesenheitszeiten auf den Baufeldern sowie die Fahrtrouten wurden abgeschätzt und bilden die Eingangsdaten für die Immissionsgutachten.

Die Bauüberwachung des AG wird auf dem RFW-Gelände untergebracht. Hierdurch verringern sich die Fahrstecken insbesondere zum Hauptbaugeschehen Kraftwerkskaverne und Kavernenwasserspeicher, so dass die getroffene Einschätzung auf der sicheren Seite liegen sollte.

1.7.5.3 Baugeräteinsatz

Für jedes Baufeld wurden die geplanten Bauleistungen mit den voraussichtlichen Baumaschineneinsätzen mit zeitlicher Zuordnung ermittelt:

Bei den Baufeldern handelt es sich um:

- die Portale der Oberwasserstollen von Murgwerk und Schwarzenbachwerks (1/2)

- das Portalgebäude des Zufahrtsstollens (8),
- das Portal des Schutterstollens (4) und
- das Auslaufbauwerk (5).

Die Leistungen umfassen die Ausbrucharbeiten des Voreinschnitts, der Stollen und den Schieberkammern, Betonarbeiten, das Vorbereiten der Baustelleneinrichtung, die Herstellung der Flächen vor den Portalen und den Stahlwasserbau in den Kammern.

Zudem werden die Oberwasserstollen des Schwarzenbachwerks und des Murgwerks mit einer Panzerung bzw. mit einer Betonschale ausgekleidet.

Bei den Aktivitäten am Auslaufbauwerk (5) handelt es sich um Beräumen der vorhandenen Flächen, Ausbrucharbeiten, Betonarbeiten und um Leistungen des Stahlwasserbaus.

Die geplanten Bauleistungen

- am Wasserschloss Murgwerk (13) sowie
- am Wasserschloss Schwarzenbachwerk (14)

umfassen Betonsanierungen sowie die Anbindung der Wasserschlösser an die neuen Oberwasserstollen.

Die Baustelleneinrichtungsflächen

- RFW Betriebsgelände (3)
- Bahnhof Raumünzach (optional) (9)
- Parkplatz an der B462 (optional) (10) sowie
- im Murgschifferschaftsbruch (23)

sind ebenfalls mit entsprechendem Baugeräteeinsatz aufgeführt.

Die Leistungen beinhalten das Einrichten und Betreiben/Vorhalten der Baustelleneinrichtung und das Vorbereiten der Flächen sowie die Wiederherstellung des Urzustandes.

Als weitere Baufelder sind außerdem Betriebszufahrten und bauzeitliche Zufahrten zu den Zugangsstollen Murgwerk (22/20) und Schwarzenbachwerk (21/19), der Anschluss zur bauzeitlichen Zufahrt Zugangsstollen Murgwerk (16), zum Portal Schutterstollen (17) und zum RFW Betriebsgelände (18) separat gelistet, da dort, wenn auch nur in geringem Umfang, Baumaßnahmen für die Herstellung oder Ertüchtigung der Straßen erforderlich werden.

Die Bauaktivitäten mit zeitlichen Angaben dienen als Eingangsdaten für die Erstellung der Immissionsgutachten.

1.7.6 Betriebliche Fahrten

Die Betriebszufahrten zu den Portalen des Zugangsstollens Schwarzenbachwerk und des Zugangsstollens Murgwerk erfolgen auf vorhandenen Wegetrassen. Diese sind Forstwege, die einspurig befahrbar sind mit punktuellen Ausweichstellen. Die Kronen- sowie Fahrbahnbreite bleiben bestehen. Die Ausbaulängen betragen 1.453 m zum Murgwerk und 2.267 m zum Schwarzenbachwerk.

1.7.7 Abfallkonzept Bauphase

Im Projektgebiet sind keine Altlasten, Verdachtsflächen, Deponien oder Bergbau bekannt. Der Umgang mit beim Bau anfallendem Gesteinsausbruch wird im Kapitel 1.7.4 behandelt und ist deshalb nicht im Abfallkonzept erwähnt. Zum Umgang mit mineralischen Abfällen siehe auch Teil D.IV, Entsorgungskonzept für die mineralischen Abfälle.

Das Abfallkonzept gliedert sich in drei Maßnahmen:

- i. Abfallvermeidung
- ii. Abfallverwertung
- iii. Abfallbeseitigung

Die vorhandenen Anlagen des RFW zur Abfallsammlung und -zwischenlagerung werden mitbenutzt und die organisatorischen Maßnahmen zur Abfallvermeidung, -verwertung- und -beseitigung werden übernommen.

- i. Abfallvermeidung

Als vorrangigstes Ziel steht die Abfallvermeidung, die hauptsächlich Abfallverringerung, Verringerung der schädlichen Auswirkungen des Abfalls auf die Umwelt sowie eine Minimierung des Gehalts an schädlichen Stoffen in Materialien und Produkten umfasst.

Durch die Verwendung von langlebigen und umweltschonenden Baumaterialien sowie biologisch abbaubaren Ölen, wird dies gefördert. Das Eintreten von Störfällen wird durch geeignete Maßnahmen vermieden. Dazu gehört die Gefahr von austretenden, umweltrelevanten und wassergefährdenden Stoffen, die durch Vorhaltung von beispielsweise Ölbindemittel verringert werden kann. Des Weiteren findet die Betankung der Fahrzeuge ausschließlich auf speziell befestigten Flächen statt, um einen Eintritt von schädlichen Stoffen ins Grundwasser zu verhindern.

Anlagenteile, die nicht auf der Baustelle hergestellt werden, werden von externen Lieferfirmen bereits vorgefertigt geliefert, um anfallende Abfälle beim Einbau zu minimieren.

ii. Abfallverwertung

Bei den Bau-, Abbruch- und Sanierungsarbeiten fallen Eisen- und Stahlabfälle, Betonabbruch, Bauholz sowie Baustellenabfälle an, die wieder- oder weiterverwertet werden können.

Die Abfälle werden nach gültigen Vorschriften in Containern getrennt. Anschließend werden diese einer Verwertung zugeführt, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist.

Insbesondere in der Kraftwerkskaverne fallen größere Mengen an Baustellenabfällen, meist Verpackungsmüll an, da die einzubauenden Einzelteile verpackt direkt bis zum Einbauort geliefert werden. Dafür stehen vor Ort Müllcontainer bereit, um diese anschließend fachgerecht zu entsorgen und dem Recyclingprozess zuzuführen.

iii. Abfallbeseitigung

Falls keine Wieder- oder Weiterverwertung der Abfälle möglich ist, beispielsweise aus Kosten- oder Qualitätsgründen, werden diese mit geeigneten Verfahren (chemisch, biologisch, physikalisch) behandelt oder deponiert. Die regionale Situation der Abfallwirtschaft ist sehr gut ausgebildet, weshalb durch Beauftragung lokaler Firmen die Transportstrecken auf ein Minimum reduziert werden. Für mineralische Bauabfälle, aus dem Landkreisgebiet, die nicht verwertet werden können, betreibt der Landkreis Rastatt mehrere Deponien. Hierzu gehören Bodenaushubdeponien sowie Entsorgungsanlagen für Bauschuttrecycling- und -deponierung, Baustellen- und Gewerbeabfälle, Altholz und Problemstoffsammlungen. Dazu ist eine grundlegende Charakterisierung von einem verantwortlich Beauftragten durchzuführen, die Angaben zur Abfallherkunft, Abfallbeschreibung und Abfallzusammensetzung beinhaltet und gegebenenfalls ist eine Deklarationsanalyse zu erstellen. Diese grundlegende Charakterisierung ist dem Abfallwirtschaftsbetrieb vor der Anlieferung des Abfalls vorzulegen.

Die Abfallwirtschaftlichen Auswirkungen werden, durch die erwartende Abfallqualitäten und angestrebten Verwertung- und Behandlungswege, als gering eingeschätzt.