

IBAAarau Kraftwerk AG

Obere Vorstadt 37
5001 Aarau



Erneuerung Kraftwerk Aarau – Konzessions- und Bauprojekt –



Technischer Bericht

Gesuch vom
23. Oktober 2013

Ingenieurgemeinschaft KW Aarau

IM Engineering | **IUB** Engineering

ANL 
AG NATUR UND LANDSCHAFT



Bern / Locarno / Aarau, 23. Oktober 2013

Impressum

Bauherrschaft

IBAAarau Kraftwerk AG
Obere Vorstadt 37
5001 Aarau

Projektleitung
Hansjürg Tschannen

Autoren

IG KW Aarau

IUB Engineering AG, Bern

Manuel Zahno
Yves Keller
Adrian Huber
Said Aanouz
Monika Boss
Matthias Mende
Peter Billeter

IM Maggia Engineering AG, Locarno

Corinne Astori
Alexander Angermayr
Martin Stehrenberger
Jean-Marc Meyer
Urs Müller

ANL AG für Natur und Landschaft, Aarau

Heiner Keller
Erwin Leupi
Viviane Uhlmann
Julia Stauffacher

Mitarbeit/Subakkordanten

Geologie/Hydrogeologie
Hydraulik 2d
Architektur Zentrale
Architektur Pavillon Netzbau
Akustik, Bauphysik
Heizung, Lüftung, Klima
Kanalisation Zentrale

Dr. Heinrich Jäckli AG, Baden
Hunziker Zorn & Partner, Aarau
Degelo Architekten, Basel
Kim Strebel Architekten GmbH, Aarau
Gartenmann Engineering AG, Basel
Waldhauser Haustechnik AG, Basel
Sanplan Ingenieure AG, Liestal

Titelbild: Gestaltung der Gebäudehülle der Zentrale beim Umbau Zentrale 2, Degelo Architekten, Basel – Blick von der Kettenbrücke stromaufwärts.

Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Kommentar
1.0	31.03.2010	Gesuchsentwurf
1.1	22.10.2012	Gesuch zur Vorprüfung
2.0	23.10.2013	Gesuch (Auflage)

Abkürzungsverzeichnis

FAH	Fischaufstiegshilfe
HW	Hochwasser
KW Aarau	Kraftwerk Aarau
MW	Megawatt
NW-Rinne	Niederwasserrinne
OW	Oberwasser
UW	Unterwasser
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung

Zusammenfassung

Der vorliegende Technische Bericht beschreibt das Konzessions- und Bauprojekt für die Erneuerung KW Aarau. Er fasst die technischen Grundlagen für die Auslegung der Anlage zusammen und beschreibt die Anlageteile, deren Bauvorgang, die Kosten und die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Das Konzessions- und Bauprojekt basiert auf dem Vorprojekt mit Datum 7. Januar 2009, welches seinerseits das Ergebnis eines breiten Variantenstudiums war.

Das Bauprojekt umfasst folgende Anlagen und Massnahmen:

- Erneuerung Zentrale 2 mit zwei neuen Getriebeschachtturbinen
- Neue Schwallentlastung bei der Zentrale 2 mit Schwallentlastungsöffnungen beidseits der Turbinen und Steigerung der HW-Ableitkapazität der Kraftwerksanlage
- Retrofit der elektromechanischen und elektrotechnischen Ausrüstung sowie der Leittechnik der Zentrale 1
- Verbesserung des Lärmschutzes durch geschlossene Kühlkreisläufe und neue schalldämmende Gebäudehülle der Zentrale 2
- Verbesserung der Abwärmenutzung für Gebäudeheizung
- Gestalterische Aufwertung der Gebäudehülle der Zentrale 2
- Verbesserung der Fischaufstiegsmöglichkeit beim Kraftwerk mit:
 - (a) einem linksufrigem Vertical-Slot-Beckenpass mit Lockstrompumpe und Fischzählkammer
 - (b) Vorbereitungsmaßnahmen für den Fischabstieg (Fischabstiegsrohr im Zentralenblock)
 - (c) einem neuen, die bestehende Anlage ersetzenden Fischpass am rechten Ufer mit Lockstromleitung und Zählkammer
- Ausbau des OW-Kanals mit einer Verkürzung des Mitteldamms (Kapazitätssteigerung), ökologische Aufwertung mit Flachwasserzonen im Uferbereich des OW-Kanals 1 und der Verbesserung der Kiesabweisung beim Kanaleinlauf
- Ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen: Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen, Seitengewässer und Amphibienteich im Grien, Renaturierung Areal Netzbau (siehe auch unten) Flachwasserzonen am OW-Kanal, Extensivierung Landwirtschaft und Einzelbäume/Büsche Grien, Revitalisierung Erzbach, Amphibienteich Erzbachpumpwerk, Abflachung Ufer „Alte Badi“, neuer Biberspitz
- Erneuerung des Stauwehrs (grosser Unterhalt an Stahlwasserbauten, Erneuerung Tosbecken im UW des Stauwehrs) und Verbreiterung Wehrbrücke für den Langsamverkehr
- Neubau eines fischschonenden Dotierwasserkraftwerks am rechten Wehrwiderlager, Rückbau der bestehenden Heberturbine am rechten Ufer, Umnutzung des Dotierkraftwerks am linken Ufer als Schwemmgutabzug und Fischabstieg, Umnutzung der Gebäude linksufrig
- Sicherstellung HW-Schutz entlang der Aare (Realisierung durch den Kt. Solothurn und KW Aarau)
- Erneuerung des Mittelbaus (Betriebs- und Besucherräume)
- Umgestaltung Areal Netzbau mit (a) einer grossräumigen Renaturierung mit Geländegestaltung und Amphibienteichen, (b) einer neuen Kahnbahn zwischen OW-Kanal und Altlauf und (c) dem Lehrplatz "Wasser" mit zugehöriger Infrastruktur

Die Kenndaten der Anlagenerneuerung sind nachfolgend tabellarisch zusammengefasst:

Anlage	Beschrieb, Kennwert
Zentrale 2	Basislösung: 2 Getriebschachtturbinen (Pit) - Nennleistung $2 \times 6.9 \text{ MW} = 13.8 \text{ MW}$ - Ausbauwassermenge $2 \times 122 \text{ m}^3/\text{s} = 244 \text{ m}^3/\text{s}$ - Fallhöhe 4.2–7.0 m
Zentrale 1	Retrofit der bestehenden 4 vertikalachsigen Kaplan turbinen - Maximalleistung neu $4 \times 2.5 \text{ MW} = 10 \text{ MW}$ - Ausbauwassermenge $4 \times 39 \text{ m}^3/\text{s} = 156 \text{ m}^3/\text{s}$ - Fallhöhe 4.2–7.0 m
Dotierzentrale	1 vertikalachsige Kaplan turbine - Nennleistung 0.9 MW - optimaler Betriebspunkt $19.2 \text{ m}^3/\text{s}$ - Fallhöhe 1.9–4.46 m

Für die Bestvariante ergeben sich die nachfolgenden wirtschaftlichen Kenngrössen:

Anlagekosten total	143.1 Mio. CHF
Jahresproduktion 2019–2034 (nach Neubau Zentrale 2)	121.5 GWh
Jahresproduktion 2037–2094 (nach Retrofit Zentrale 1)	126.2 GWh
Produktionssteigerung (ab 2037)	17.2 %

Dossierverzeichnis

Inhalt Dossier Konzessions- und Bauprojekt

- 0 Konzessionsgesuch**
- 1 Kurzfassung: Beschreibung und Hauptdaten, Anlagenübersicht**
- 2 Technischer Bericht**
- 3 Beilagen zum technischen Bericht**
 - 3.1 Das Projekt und seine Merkmale
 - 3.2 a Baugrundbericht Bereich Zentrale 2 (Dr. Heinrich Jäckli AG)
 - 3.2 b Baugrundbericht Bereich Wehr/Dotierzentrale/Damm (Dr. Heinrich Jäckli AG)
 - 3.3 Auswertungsbericht Studienauftrag Architektur (Brunschweiler + Heer)
 - 3.4 Hydraulik Ausuferung Schönenwerder Schachen (HZP)
 - 3.5 Visualisierungen
 - 3.6 Energienachweis für den Mittelbau (in separatem Dossier Mittelbau)
 - 3.7 Statische Berechnungen Wehranlage
 - 3.8 Massnahmen zur Aufwertung der Fischdurchgängigkeit
 - 3.9 Entwässerungskonzept
 - 3.10 Pflegekonzept für das Konzessionsgebiet
 - 3.11 Ergänzende hydraulische Berechnungen
- 4 UVB Hauptuntersuchung**
- 5 Beilagen zur UVB Hauptuntersuchung**
 - 5.1 Fachbericht Gewässerökologie und Fische (Aquatica GmbH)
 - 5.2 Fischbestandeserhebung Entleerung OW-Kanal IBAarau (Natume)
 - 5.3 Bericht Lärmschutznachweis Zentrale (Gartenmann Engineering AG)
 - 5.4 Bericht Lärmschutz Dotierkraftwerk Schönenwerd (Gartenmann Engineering AG)
 - 5.5 Bericht Erschütterungen und Körperschall
 - 5.6 Gesuch um Plangenehmigung an das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI) (IM Maggia Engineering SA)
 - 5.7 Mittelbau KW Aarau, Altlastenuntersuchung und Entsorgungskonzept (Jäckli AG)
- 6 Restwasserbericht**
- 7 Raumplanungsbericht**
- 8 Rodungsgesuch**
- 9 Sonderbauvorschriften (SBV), Kantonaler Erschliessungs- und Gestaltungsplan „Erneuerung KW Aarau – Konzessions- und Bauprojekt“**
- 10 Projektoptimierung durch die Begleitgruppe**

11	Pläne I	* Relevant für Kanton	Masstab
P.33.099	Kantonaler Erschliessungs- und Gestaltungsplan mit SBV	SO	1:5'000
P.33.000	Übersicht Gesamtanlage und Erneuerungskonzept	SO / AG	1:5'000
P.33.001	Teilstrecke Schönenwerd – Wehr Schönenwerd, Situation	SO	1:1'000
P.33.002	Teilstrecke Wehr Schönenwerd – Mitte OW-Kanal, Situation	SO	1:1'000
P.33.003	Teilstrecke Mitte OW-Kanal – KW Aarau, Situation	AG	1:1'000
P.33.021	Hydraulisches Längenprofil	SO / AG	1:5'000/100
P.33.022	Rückversetzter EHQ-Schutz der Stadt Aarau, Aarauer Schachen Situation und Querprofile	AG	1:2'000/1:200
P.33.023	Rückversetzter EHQ-Schutz der Stadt Aarau, Aarauer Schachen Längenprofil	AG	1:1'000

11	Pläne I	* Relevant für Kanton	Masstab
P.33.031	Teilstrecke Schönenwerd – Wehr Schönenwerd, Querprofile <i>Schönenwerder Schachen und Einlauf OW-Kanal</i>	SO	1:200
P.33.032	Teilstrecke Wehr Schönenwerd – Mitte OW-Kanal, Querprofile <i>OW-Kanal, Verkürzung Mitteldamm</i>	SO	1:200
P.33.033	Teilstrecke Mitte OW-Kanal – KW Aarau, Querprofile <i>OW-Kanal, Erhalt Naturgebiet Biberspitz</i>	AG	1:200
P.33.041	Neues Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen Situation, Längen- und Querprofile	SO	1:1'000/100
P.33.042	Wehr Schönenwerd, Wehrsanierung Endzustand, Situation und Schnitte	SO	1:100
P.33.043	Wehr Schönenwerd, Wehrsanierung Bauphasen und Bauzustand Situation und Schnitte	SO	1:100
P.33.044	Neue Dotierzentrale Wehr Schönenwerd, Schwemmgutabzug mit Fischabstieg Situation	SO	1:100
P.33.045	Neue Dotierzentrale Wehr Schönenwerd, Schwemmgutabzug mit Fischabstieg Schnitte	SO	1:100
P.33.046	Umbau bestehende Dotierzentrale linksufrig, Situation und Schnitte	SO	1:200/1:100
P.33.048	Umbau Areal Netzbau II, Renaturierung; Situation, Schnitte	AG	1:500/1:200/50
P.33.049	Erzbach; Situation, Längen- und Querprofile	SO	1:1'000/1:200
P.33.050	Bauphasenplan Gesamtanlage	SO / AG	1:5'000
P.33.051	Abschaltkonzept OW-Kanal	SO / AG	1:5'000
P.33.052	Erschliessung und Installationsplätze	SO / AG	1:5'000
P.33.053	Massenbilanz und Transporte	SO / AG	1:5'000
P.33.060	Übersichtskarte Rodungsgesuch	SO	1:25'000
P.33.061	Kantonaler Rodungsplan Solothurn	SO	1:1'000
P.33.062	Kantonaler Rodungsplan Aargau	AG	1:1'000
P.33.066	Landerwerb/Landbedarf, Schönenwerd – OW-Kanal (Kantonsgrenze)	SO	1:2'500
P.33.067	Landerwerb/Landbedarf, OW-Kanal (Kantonsgrenze) – Zentrale	AG	1:2'500
P.33.080	Übersicht Gesamtanlage und Erneuerungskonzept mit Orthophoto	SO / AG	1:2'500
P.33.097	Pflegeplan, Ganze Konzessionsstrecke KW Aarau	SO / AG	1:2'500
P.33.101	Zentralenumbau, Übersichtsplan	AG	1:500
P.33.102	Umbau Zentrale 2 – Grundriss auf Ebene Maschinensaalboden	AG	1:100
P.33.103	Umbau Zentrale 2 – Grundriss auf Ebene Saugrohrdecke und Grundriss auf Ebene Turbinenschacht	AG	1:100
P.33.104	Umbau Zentrale 2 – Längsschnitt A-A durch Maschinengruppe 1	AG	1:100
P.33.105	Umbau Zentrale 2 – Längsschnitt B-B durch HW-/Schwallentlastung 1	AG	1:100
P.33.106	Umbau Zentrale 2 – Längsschnitt C-C durch Treppenhaus	AG	1:100
P.33.107	Umbau Zentrale 2 – Längsschnitt D-D durch HW-/Schwallentlastung 2	AG	1:100
P.33.108	Umbau Zentrale 2 – Querschnitt 1-1 Oberwasser	AG	1:100
P.33.109	Umbau Zentrale 2 – Querschnitt 2-2 Unterwasser	AG	1:100
P.33.110	Umbau Zentrale 2 – Querschnitt 3-3 Brücke über den UW-Kanal	AG	1:100
P.33.111	Umbau Zentrale 2 – Querschnitt 4-4 Turbinenachse	AG	1:100
P.33.112P.33	Umbau Zentrale 2 – Neuer Fischpass am linken Ufer, Situation und Schnitte	AG	1:100/50
P.33.113P.33	Umbau Zentrale 2 – Neuer Fischpass am linken Ufer, Längsschnitt und Details	AG	1:100/50
P.33.114P.33	Umbau Zentrale 2 – Neuer Fischpass am linken Ufer, Zählkammer	AG	1:50
P.33.115	Umbau Zentrale 2 – Installationen	AG	1:500
P.33.116	Umbau Zentrale 2 – Anpassungen am Vorplatz, Oberflächenentwässerung	AG	1:100/50
P.33.117	Umbau Zentrale 2 – 3D-Visualisierungen	AG	
P.33.118	Umbau Zentrale 2 – Bauablauf – Bauetappen 0-1, Vorarbeiten, neue Brücke über UW-Kanal	AG	1: 250
P.33.119	Bauablauf – Bauetappe 1 – Baugrubenabschluss für neue Zentrale 2	AG	1: 250
P.33.120	Bauablauf – Bauetappe 2 – Abbruch best. Zentralengebäude und Aushub	AG	1: 250
P.33.121	Bauablauf – Bauetappe 3 – Bau Maschinengruppen und HW-/Schwallentlastungen	AG	1: 250
P.33.125	Elektromechanik – Einpoliges Prinzipschema, Prinzipschema NS-Verteilung, Prinzipschema DC-Verteilung und Topologie Leittechnik	AG	-

11	Pläne I	* Relevant für Kanton	Massstab
P.33.130	Kühlwasser + Luftkühlung, Anlagenschema	AG	-
P.33.151	Neue Dotierzentrale Wehr Schönenwerd, Kühlwassersystem Anlagenschema	SO	-
P.33.152	Neue Dotierzentrale Wehr Schönenwerd, Lüftungssystem Anlagenschema	SO	-
P.33.153	Neue Dotierzentrale Wehr Schönenwerd, Drainage und Entleerungssystem Anlagenschema	SO	-
P.33.170	Umbau Zentrale 2 – Umbau Fischpass am rechten Ufer, Situation	AG	1:100
P.33.171	Umbau Zentrale 2 – Umbau Fischpass am rechten Ufer, Längsschnitt	AG	1:100
P.33.172	Umbau Zentrale 2 – Umbau Fischpass am rechten Ufer, Schnitte und Details	AG	1:50

12	Pläne II	* Relevant für Kanton	Massstab
	Degelo Architekten		
	Baueingabe 143_Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Grundriss Ebene 0	AG	1: 200
	Baueingabe 143_Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Grundriss Ebene -2/ +1/ +2/ +3	AG	1: 200
	Baueingabe 143_Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Ansichten	AG	1: 200
	Baueingabe 143_Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Schnitte	AG	1: 200
	Kim Strebel Architekten		
	Umbau Areal Netzbau, Pavillon, Situation und Umgebung	AG	1:200
	Umbau Areal Netzbau, Pavillon, Grundriss	AG	1: 100
	Umbau Areal Netzbau, Pavillon, Schnitt / Ansichten	AG	1: 100
	Sanplan Ingenieure AG		
	Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Pluvia-Isometrie	AG	
	Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Schnitt D-D, 12_099_KA-SC-N00-100_A000	AG	1:100
	Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Grundriss Ebene -1, 12_099_KA-GR-UG1-100_A000	AG	1:100
	Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Grundriss Ebene -1, 12_099_KA-GR-UG1-50_A000	AG	1:50
	Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Grundriss Ebene +1, 12_099_KA-GR-OG1-100_A000	AG	1:100
	Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Grundriss Ebene +1, 12_099_KA-GR-OG1-50_A000	AG	1:50
	Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Grundriss Ebene 0, 12_099_KA-GR-EG0-100_A000	AG	1:100
	Maschinenhaus Kraftwerk Aarau, Grundriss Ebene 0, 12_099_KA-GR-EG0-50_A000	AG	1:50
	Grundbuchauszüge und beglaubigte Ktasterpläne		
	Grundbuchauszüge und beglaubigte Katasterpläne Kt. Solothurn	SO	1:200
	Grundbuchauszüge und beglaubigte Katasterpläne Kt. Aargau	AG	1: 100

- * **SCHWARZ:** Pläne Kt. Solothurn zur Genehmigung
GRÜN: Pläne Kt. Solothurn zur Orientierung
ROT: Pläne Kt. Aargau
GRAU: informativ für Kt. Solothurn und Aargau; Bewilligung wird in separatem Projekt eingeholt

Inhaltsverzeichnis

IMPRESSUM	1
ZUSAMMENFASSUNG	3
DOSSIERVERZEICHNIS	5
INHALTSVERZEICHNIS	8
1 EINLEITUNG	10
1.1 AUFTRAG	10
1.2 AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG	10
1.3 VERWENDETE UNTERLAGEN	11
2 GRUNDLAGEN	13
2.1 HEUTIGE KONZESSION UND ANLAGE KW AARAU	13
2.2 ERNEUERUNG DER KONZESSION – VERFAHREN UND RECHTLICHE ASPEKTE	13
2.3 WIRTSCHAFTLICHE RANDBEDINGUNGEN, STROMMARKT	14
2.4 HYDROLOGIE	15
2.4.1 <i>Dauerkurve, Jahresganglinie und Ausbauwassermenge</i>	15
2.4.2 <i>Jahresmaxima und HW-Statistik</i>	17
2.5 HW-SCHUTZKONZEPT	18
2.5.1 <i>Bemessungs- und Extremabflussmengen</i>	18
2.5.2 <i>Schutzziele</i>	20
2.5.3 <i>Hydraulische Berechnungen</i>	21
2.5.4 <i>Nachweis</i>	21
2.6 GESCHIEBE UND SCHWEMMGUT	31
2.6.1 <i>Geschiebe</i>	31
2.6.2 <i>Schwemmgut</i>	31
2.7 GEOLOGIE UND BAUGRUND	32
2.8 HYDROGEOLOGIE UND GRUNDWASSER	32
2.9 UMWELT	33
2.10 DRITTPROJEKTE	34
2.10.1 <i>Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Aare, Olten - Aarau</i>	34
2.10.2 <i>Weitere Projekte</i>	34
3 VARIANTENSTUDIUM	35
3.1 WAHL DER BESTVARIANTE ZUR AUSARBEITUNG IM VORPROJEKT	35
4 ANLAGENBESCHREIBUNG BAUPROJEKT	36
4.1 KONZEPT UND GENERELLE BESCHREIBUNG	36
4.2 PROJEKTANPASSUNGEN VORPROJEKT	38
4.3 PROJEKTANPASSUNGEN GESUCHSENTWURF VOM 16.12.2011	38
4.4 PROJEKTANPASSUNGEN GESUCHSENTWURF VOM 22.10.2012	39
4.5 PROJEKTANPASSUNGEN FÜR DIE AUFLAGE VOM 23.10.2013	39
4.6 ECKWERTE DER NEUEN KONZESSION	39
4.7 HAUPTDATEN DER NEUEN ANLAGEN	40
4.7.1 <i>Zentrale</i>	40
4.7.2 <i>Neues Dotierkraftwerk</i>	40
4.7.3 <i>Kennwerte Stauhaltung</i>	41
4.8 VORGESEHENE MASSNAHMEN	41
4.8.1 <i>Ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen</i>	42
4.8.2 <i>Massnahmen zur Aufwertung der Fischdurchgängigkeit</i>	43
4.8.3 <i>HW-Schutzmassnahmen Stadt Aarau (H1)</i>	44
4.8.4 <i>Massnahmen Stauraum</i>	47

4.8.5	Massnahmen Alte Aare.....	48
4.8.6	Massnahmen Wehranlage, Einlauf OW-Kanal und Dotierkraftwerk.....	48
4.8.7	Massnahmen OW-Kanal/Grien.....	56
4.8.8	Massnahmen Hauptzentrale.....	62
4.9	ZENTRALE	72
4.9.1	Turbinen.....	72
4.9.2	Generatoren.....	76
4.9.3	Nebenanlagen.....	80
4.9.4	Elektrische Einrichtungen.....	81
4.9.5	Leittechnik und Kommandoanlagen	84
4.9.6	Kabelwege - Erneuerung Verbindung KW – UWA.....	89
4.10	DOTIERKRAFTWERK	90
4.10.1	Turbine.....	90
4.10.2	Hilfssysteme.....	91
4.10.3	Elektrische Anlagen	95
4.11	STAHLWASSERBAU.....	96
4.11.1	Neue Schwallentlastungsschützen	96
4.11.2	Sanierung und Instandstellung Wehrschützen	96
4.11.3	Dambalken	96
5	BAUVORGANG UND MATERIALBEWIRTSCHAFTUNG	98
5.1	BAUVORGANG	98
5.1.1	Massnahmen Stauraum.....	98
5.1.2	Massnahmen Wehranlage, Einlauf OW-Kanal und Dotierkraftwerk.....	98
5.1.3	Massnahmen OW-Kanal/Grien.....	99
5.1.4	Massnahmen Zentrale 2	101
5.2	BAUPROGRAMM	103
5.3	MATERIALBEWIRTSCHAFTUNG	105
5.3.1	Massnahmen Stauraum.....	107
5.3.2	Massnahmen Wehranlage, Einlauf OW-Kanal und Dotierkraftwerk.....	107
5.3.3	Massnahmen OW-Kanal/Grien.....	107
5.3.4	Massnahmen Hauptzentrale.....	108
5.3.5	Massnahmen HW-Schutz.....	109
5.3.6	Geschiebereaktivierung	109
5.4	BAUSTELLENINSTALLATION UND ERSCHLIESSUNG	110
6	ANLAGEKOSTEN.....	111
7	ENERGIEPRODUKTION	112
7.1	JAHRESPRODUKTION BESTEHENDE ANLAGE.....	112
7.2	JAHRESPRODUKTION BAUPHASEN	112
7.3	MITTLERE JAHRESPRODUKTION (AB 2037).....	113
ANHANG 1:	VERFAHRENSABLAUF	118
ANHANG 2:	BAUPROGRAMM	120
ANHANG 3:	VERZEICHNIS DER VERKEHRSANLAGEN IM EIGENTUM DER IBAARAU	121

1 Einleitung

1.1 Auftrag

Mit Werkvertrag vom 30. März 2007 beauftragte die IBAAarau Kraftwerk AG die Ingenieurgemeinschaft (IG) KW Aarau, bestehend aus den Partnern IUB Engineering AG, Bern, IM Maggia Engineering AG, Locarno, und ANL AG Natur und Landschaft, Aarau, mit der Ausarbeitung eines Vorprojekts und des Umweltverträglichkeitsberichts (UVB) 1. Stufe für die Erneuerung KW Aarau. Die Auftragserteilung basierte auf der Offerte der IG vom 16. Februar 2007 sowie dem Pflichtenheft der Bauherrschaft vom 22. Dezember 2006.

Das Vorprojekt wurde im Mai 2008 dem Verwaltungsrat der IBAAarau vorgestellt, welcher basierend auf dem Vorprojekt einen Grundsatzentscheid für die Erneuerung des Kraftwerks gefällt und die Eingabe zur Vorprüfung bei den Behörden genehmigt hat. Das zur Vorprüfung eingereichte Vorprojekt trägt das Datum vom 7. Januar 2009.

Mit der Bestellung vom 3. April 2009 beauftragte die IBAAarau Kraftwerk AG die IG KW Aarau mit der Überführung des Vorprojekts in ein bewilligungsfähiges Konzessions- und Bauprojekt, wie es in dem mit den Behörden vereinbarten einstufigen Verfahren vorgesehen ist. Die Auftragserteilung stützte sich auf die Offerte der IG vom 18. März 2009.

1.2 Ausgangslage und Zielsetzung

Das KW Aarau ist seit 1874 etappenweise entstanden. Es produziert seit 1894 Strom für die Region und wird seit Beginn von der IBAAarau Kraftwerk AG betrieben.

Die letztmals auf 1. Januar 1954 erteilte Konzession läuft Ende 2014 aus. Bereits ab dem Jahr 1993 befasste sich die Bauherrschaft in verschiedenen Variantenstudien mit dem Ausbau und der Erneuerung des Kraftwerks. Die ausgewählte Bestvariante "Etappierter Vollumbau mit Option Auen" wurde im Februar 1997 den Behörden, der Bevölkerung und weiteren Interessengruppen vorgestellt. Gestützt darauf stellte die Bauherrschaft gemäss Art. 58a WRG den Antrag auf eine Konzessionserneuerung, welche von den Kantonen Aargau und Solothurn mit Beschlüssen von Februar 1999 genehmigt wurde. Die Bauherrschaft, ermutigt von dem positiven Grundsatzentscheid der Regierungen, befasste sich darauf intensiv mit den weiteren Projektierungsarbeiten.

Im Rahmen der Bearbeitung des Vorprojekts vom Frühjahr 2007 bis Mai 2008 wurden die bisherigen Untersuchungen und Varianten aktualisiert, zusätzliche neue Varianten aufgrund geänderter Randbedingungen entwickelt und geprüft und die Grundlagen für den Variantenentscheid des Bauherrn geschaffen. Nach diesem Entscheid wurde das Vorprojekt der Bestvariante zusammen mit der UVB-Voruntersuchung ausgearbeitet. Das innert Jahresfrist erstellte Vorprojekt war die Grundlage für den im Frühjahr 2008 gefällten Grundsatzentscheid des Verwaltungsrates der IBAAarau über den Ausbau und die Erneuerung KW Aarau.

Das Vorprojekt wurde am 7. Januar 2009 den Behörden zur Vorprüfung eingereicht. Im Frühjahr 2009 konnten die Stellungnahmen der Kantone Solothurn und Aargau sowie des Bundes und der Stadt Aarau entgegengenommen werden. In diesen Stellungnahmen wurde das vorgeschlagene Erneuerungskonzept positiv bzw. als mach-

bar beurteilt, so dass die Überführung des Vorprojekts in ein auflagefähiges Konzessions- und Bauprojekt im einstufigen Verfahren ausgelöst wurde.

Hauptziel der Projektierungsarbeiten für das KW Aarau ist die Erstellung eines machbaren, optimierten und bewilligungsfähigen Projekts, welches den Ansprüchen der Energieproduktion, der Technik und der Umwelt gerecht wird. Dabei sind neue Entwicklungen auf dem Energiemarkt sowie bei der Maschinen- und Elektrotechnik zu integrieren und aktuelle Erkenntnisse und Anforderungen des HW-Schutzes, der Umwelt mit der Aufwertung des Gewässerlebensraums sowie der Verbesserung der Naherholung zu berücksichtigen, um eine breite Akzeptanz bei den Behörden, bei der Bevölkerung, den Umweltverbänden und weiteren Interessengruppen zu erhalten. Um die Erneuerung wirtschaftlich vertreten zu können, wird mit dem vorliegenden Gesuch eine 68-jährige Konzession beantragt.

1.3 Verwendete Unterlagen

Für das Konzessions- und Bauprojekt wurden u. a. die folgenden Grundlagen, Berichte und Pläne verwendet:

- Vorprojekt Erneuerung Kraftwerk Aarau, IG KW Aarau, vom 7. Januar 2009
- Stellungnahmen Kantone, Bund und Stadt Aarau vom Frühjahr 2009 (Kantone 01.05.2009, Bund 22.07.2009, Stadt Aarau 18.05.2009)
- Pläne der bestehenden Anlage gemäss Archivliste der IBAAarau vom 20.06.2007.
- Berichte und Unterlagen aus dem Variantenstudium 1992–1998. Dabei sind folgende Berichte hervorzuheben:
 - "Erneuerung KW Aarau, Etappierter Vollumbau mit Option Auen" Projektstand bei Einreichung des Gesuchs um den Grundsatzentscheid einer Konzessionserneuerung. IUB, Dez. 1998
 - "Erneuerung KW Aarau, Variantenstudium", IUB, Technischer Bericht März 1993 und Dezember 1993 sowie Kostenschätzung April 1995
- "Gefahrenkarte und Massnahmenplanung Aare Olten–Aarau“, Schälchli, Abegg + Hunzinger, im Auftrag des Kantons Solothurn, 2007
- Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Aare, Olten–Aarau, IG HWS Niederamt, Anhörungsexemplar Stand November 2011
- "Hydrologie Aare, Kanton Aargau", Flussbau AG (ehemals Schälchli, Abegg + Hunzinger), im Auftrag des Kantons Aargau, Herbst 2008
- "Geschiebeablagerungen im Fassungseinlauf", Gutachten Schälchli, Abegg + Hunzinger, 20.08.2001
- "KW Aarau, Überprüfung der nutzbaren Wassermenge" Colenco, Bericht Wasserzinsberechnung, Okt. 1999, Memorandum Durchflussmessung, 05.09.2001
- Kraftwerk Rüchlig, Konzessionsprojekt 2006, Technischer Bericht, NOK, 13.09.2006
- Koordinierte Fischaufstiegskontrollen an den Aare-Kraftwerken zwischen Solothurn und der Mündung in den Rhein, Aquatica GmbH, Dezember 2006

- Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau, UVB Hauptuntersuchung, Einzelprotokolle der Sondierschächte, Drehrammkernbohrungen und Kernbohrungen, Dr. Heinrich Jäckli AG, Baden, 18. Dezember 2009
- Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau, Geologisch-geotechnischer Bericht Bereich Zentrale 2, Dr. Heinrich Jäckli AG, Baden, 23. Dezember 2009
- Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau, Geologisch-geotechnischer Bericht Bereich Wehr/Dotierzentrale/Damm, Dr. Heinrich Jäckli AG, Baden, 23. Dezember 2009
- Unterlagen Bodenkartierung, Bohrstocksondierungen, TERRE AG, November 2010
- Hochwasserschutz Aare, Abschnitt Olten-Aarau, Baugrunduntersuchung, SolGeo AG, 8. März 2010

Die Pläne basieren auf den Katasterdaten der amtlichen Vermessung sowie den Höhenmodellen DTM-AV der Gemeinden Aarau, Eppenberg-Wöschnau, Niedergösgen, Erlinsbach SO und Schönenwerd.

Für die hydraulischen Berechnungen wurden die Sohlentopographien der Aufnahmen 1998 sowie die parallel zur Ausarbeitung des Vorprojekts durchgeführten Sohlenaufnahmen vom Februar 2008 beigezogen.

2 Grundlagen

2.1 Heutige Konzession und Anlage KW Aarau

Das KW Aarau wurde ab 1874 etappenweise als Kanalkraftwerk für die Zementproduktion erstellt und produziert seit 1894 Strom für die Region Aarau. Es wurde im Laufe der Zeit in mehreren Bauetappen erweitert und erneuert und weist derzeit eine mittlere Bruttoleistung von 17.30 Megawatt (MW) auf.

Die Wasserkraftanteile entfallen zu 82 % auf den Kanton Solothurn und zu 18 % auf den Kanton Aargau. Die bestehende Konzession vom 3. Dezember 1954, Inkraftsetzung am 1. Januar 1955, wurde auf die Dauer von 60 Jahren mit einer stillschweigenden Verlängerungsklausel von 30 Jahren erteilt und verschiedentlich angepasst. Derzeit gelten folgende technischen Randbedingungen des Nutzungsrechts:

- | | |
|---|-----------------------|
| - Konzedierte Wassermenge (Zentrale Aarau) | 394 m ³ /s |
| - Stauziel Wehr Schönenwerd (Anfang OW-Kanal) | 370.54 m ü.M. |
| - Dotierwassermenge Wehr Schönenwerd | 10 m ³ /s |

Im Rahmen der Übertragung des Wasserrechts (Konzession) von der Stadt Aarau auf die Industriellen Betriebe Aarau (RRB 41, Aargau, 05.01.2000) wurde die minimale Restwassermenge entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen von bisher 5 auf 10 m³/s erhöht. Die Realisierung erfolgte zusammen mit einer neuen Fischpassanlage beim Wehr (ab 31.12.2005).

Das im 2005 erstellte neue Dotierkraftwerk bei der Wehranlage und das Umgebungsgewässer werden im Projekt als wertvermehrnde Investitionen eingebracht, welche bei einer Erneuerung der Konzession zu berücksichtigen sind.

Das Maschinenhaus und die Einrichtungen des Kraftwerks bestehen heute aus zwei unterschiedlich alten, mehr oder weniger eigenständigen Anlageteilen. Nur wenige Teile der älteren Zentrale 2 müssen aus technischen Gründen vor Ablauf der Konzession noch ein letztes Mal revidiert werden. Der neuere Teil des Kraftwerks (Zentrale 1, Wehr) wurde 1957/58 vollständig erneuert und kann ohne weiteres noch viele Jahre betrieben werden.

2.2 Erneuerung der Konzession – Verfahren und rechtliche Aspekte

Zuständig für die Verleihung von Wasserrechten sind gemäss Art. 38, Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (Wasserrechtsgesetz, WRG), die Kantone, in deren Gebiet die Gewässerstrecke liegt. Sind mehrere Kantone betroffen, werden die Rechte gemeinsam verliehen.

Das Wehr Schönenwerd und die Stauhaltung im OW-Kanal sind nach der Stauanlagenverordnung (StAV vom 07.12.1998, SR 721.102) entweder der Bundes- oder Kantonsaufsicht zu unterstellen. Die Stauanlage wurde provisorisch dem Bund unterstellt. Der Entscheid der definitiven Unterstellung ist noch offen.

Der konzessionsrechtliche Verfahrensablauf wurde in Zusammenarbeit mit den Kantonen entwickelt. Sämtliche gültigen gesetzlichen Vorschriften sind berücksichtigt, so

neben dem UVP-Handbuch 2009 (Richtlinie des Bundes für die Umweltverträglichkeitsprüfung [Art. 10b Abs. 2 USG und Art. 10 Abs. 1 UVPV]) auch die neuen gesetzlichen Grundlagen im Kanton Solothurn (Gesetz über Wasser, Boden und Abfall [GWBA] vom 04.03.2009, i.K. 1.1.2010) und im Kanton Aargau (Wassernutzungsgesetz [WnG] vom 11.03.2008, i.K. 01. 09.2008). Der Verfahrensablauf ist im Anhang 1 abgebildet.

Zu erwähnen ist, dass die Kantone Solothurn und Aargau mit Regierungsratsbeschlüssen (Solothurn: RRB 327 / 16.02.1999 - Aargau: RRB 298 / 24. 02.1999) die Konzessionserneuerung gemäss Art. 58a Abs. 2 WRG ab dem 01.01.2015 in Aussicht gestellt haben. Ebenso haben die Kantone Solothurn und Aargau gemäss Art. 3 Abs. 3 der Konzession von ihrem Recht, die Konzessionsverlängerung spätestens 5 Jahre vor deren Ablauf zu verweigern, nicht Gebrauch gemacht.

2.3 Wirtschaftliche Randbedingungen, Strommarkt

Mit der sukzessiven Liberalisierung des Strommarktes in Europa wurden in Prognosen für ab den 1990er Jahren tendenziell tiefere Stromhandelspreise erwartet. Verschiedene Faktoren, wie (Vor-)Entscheidung zum Ausstieg aus der Kernkraft, Stilllegungen von Kern- und Kohlekraftwerken, der Bau von Windkraftwerken mit grosser Volatilität der Produktion und entsprechender Netzbeeinträchtigung sowie der stetig steigende Strombedarf (v. a. auch im Sommer) haben aber dazu geführt, dass der Strompreis in den vergangenen zwei Jahrzehnten in den meisten Ländern deutlich gestiegen ist.

In der Schweiz legt der Art. 4 der Stromversorgungsverordnung (Strom VV) fest, dass sich Energielieferungen für Endverbraucher mit Grundversorgung an den Gestehungskosten orientieren, sofern diese unter Marktpreisen liegen, ansonsten an Marktpreisen. Wie in den USA werden auch in Europa v. a. im Sommer und bei besonderen Situationen der Produktionsverknappung auf dem Spotmarkt Preise bezahlt, die durchaus um einen Faktor 50 über dem mittleren Preisband von 5 – 10 Rp./kWh liegen können. Als Beispiel für die Preisentwicklung zeigt Abb. 2.1 die Entwicklung des SWEP-Indexes (Erhebung bis Januar 2010) für den kurzfristigen Handel (Spotmarkt) der EGL Laufenburg. Die Strompreisentwicklung in jüngster Vergangenheit wird hier anhand des Swissix (Swiss Electricity Index) aufgezeigt. Der Index liegt im h-Intervall in Euro pro MWh vor. Damit die Datenreihe des SWEP-Indexes verlängert werden kann, wird der Swissix mithilfe des jeweiligen Devisenkurses in CHF umgerechnet.

In Abb. 2.1 ist zu sehen, dass der stetig steigende Strompreis Mitte 2008 sein Maximum erreicht hat. Im vierten Quartal 2008 bis Mitte 2009 ist der Strompreis dann stark gesunken. Heute liegt er wieder auf dem Niveau von 2004.

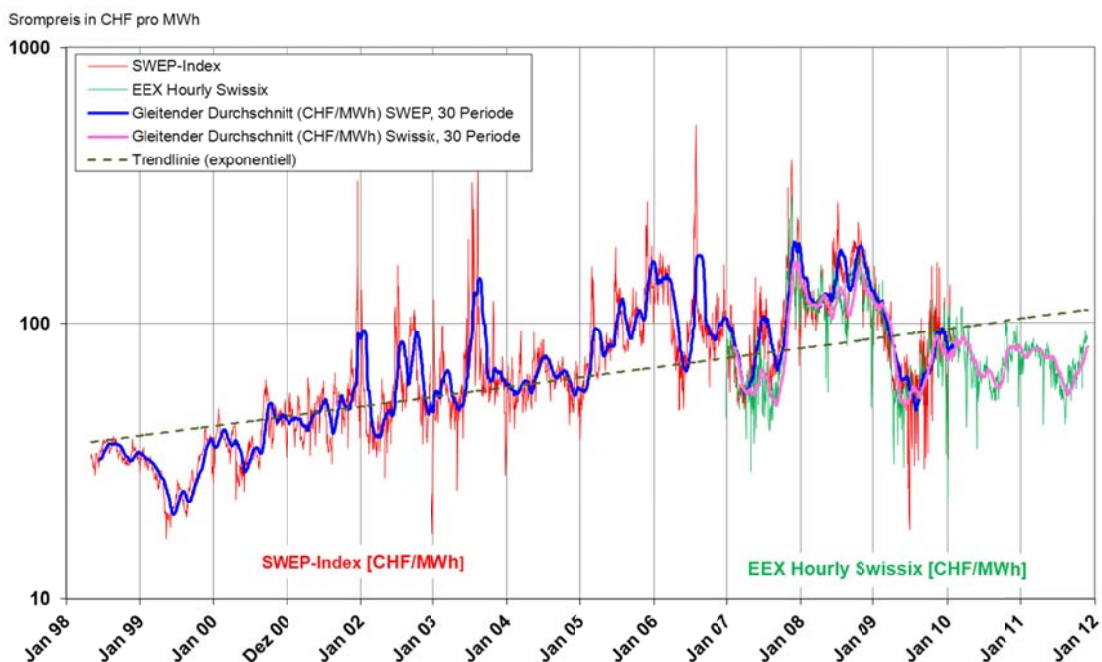


Abb. 2.1: Strompreisentwicklung werktags, SWEP-Index (EGL Laufenburg, von Mai 1998 bis Januar 2010) und EEX Hourly Swissix, (von Januar 2007 bis November 2011).

2.4 Hydrologie

Für die Auslegung des Maschinendurchsatzes (Ausbauwassermenge) und der Kapazität der Entlastungsorgane wurden einerseits die Tagesmittelwerte mehrerer Jahre und andererseits die Jahresmaxima seit Messbeginn ausgewertet.

Die Abflüsse der Aare in Aarau werden aus den Messwerten der eidgenössischen Abflussmessstationen Murgenthal und Brugg des Bundesamts für Umwelt BAFU ermittelt, wobei gilt:

$$Q_{Aarau} = \frac{1}{2} \times (Q_{Murgenthal} + Q_{Brugg})$$

Diese Beziehung, die sowohl im Kraftwerk Aarau wie auch im Kraftwerk Rüchlig zur Abflussbestimmung verwendet wird und sich bewährt hat, wurde im Rahmen des Bauprojekts übernommen.

2.4.1 Dauerkurve, Jahresganglinie und Ausbauwassermenge

Die Überprüfung und Neubestimmung des Ausbaudurchflusses der Zentralen stützt sich auf die Auswertung der Tagesmittelwerte von 31 Jahren in der Periode von 1975 bis 2012. Es wurden mittlere Dauerkurven über die Gesamtperiode und über die letzten zehn Jahren gebildet. Damit soll summarisch untersucht werden, ob sich die nutzbaren Abflüsse in den letzten Jahrzehnten verändert haben, und ob eine Anpassung des heutigen Ausbaudurchflusses von 394 m³/s vorzunehmen ist. Abb. 2.2 zeigt die Auswertung der Dauerkurven. Es lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Die jährlichen Schwankungen (Nass- und Trockenjahre) sind beträchtlich.
- Die Abflüsse im Bereich wirtschaftlicher Ausbauwassermengen betragen: $Q_{100} = 375 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{80} = 400 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{60} = 440 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Der mittlere minimale Aare-Abfluss beträgt $Q_{\text{min,Aare}} = 100 \text{ m}^3/\text{s}$. Nach Abzug eines Dotierabflusses von z. B. $20 \text{ m}^3/\text{s}$ verbleiben noch $80 \text{ m}^3/\text{s}$ zur Produktion. Bei den gewählten Lösungen (Kap. 3) mit zwei neuen Maschinen in Zentrale 2 und einem Retrofit der vier Maschinen in Zentrale 1 bedeutet, dass immer mindestens eine neue oder zwei alte Maschinen in hoher Teillast bzw. bei Volllast mit guten Wirkungsgraden gefahren werden können. Damit ist die Wahl einer hohen Ausbauwassermenge möglich. Limitierend ist die Strömungsgeschwindigkeit im OW-Kanal.
- Die Ausbauwassermenge der Anlage wurde im Bauprojekt auf $400 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt und entspricht einem Volllastbetrieb der Turbinen während ca. 77 Tagen im Jahr.

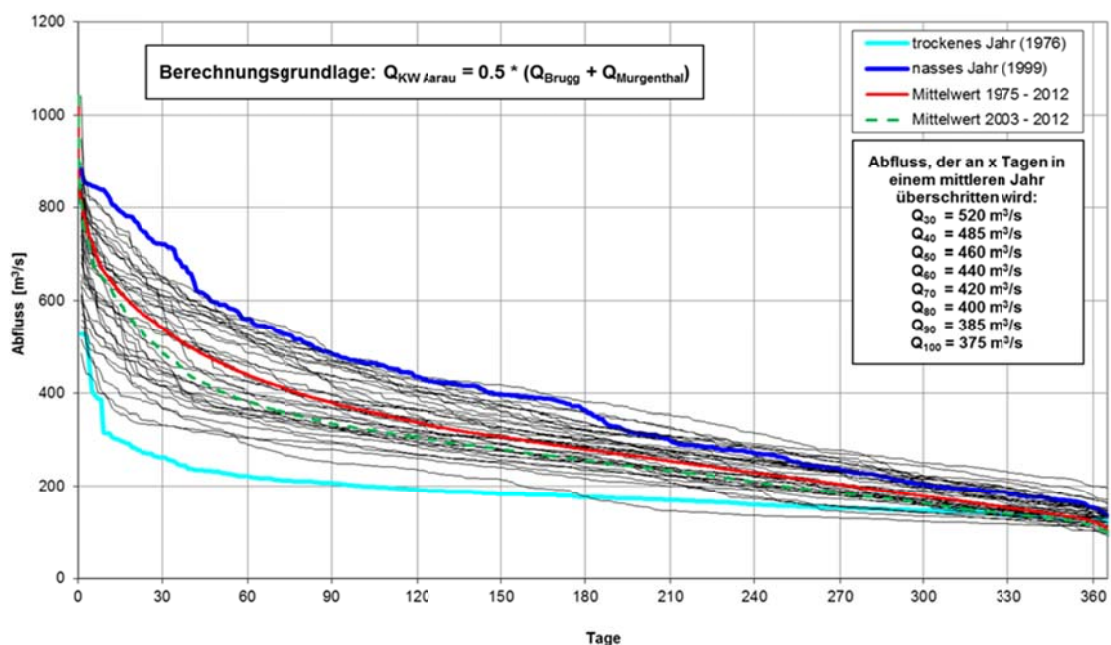


Abb. 2.2: Dauerkurven Aareabfluss in Aarau der Jahre 1975 bis 2012 und mittlere Jahresdauerkurve.

Tab. 2.1: Jahres-Abflusskenngrößen KW Aarau.

Q_{30}	Abfluss an 30 Tagen überschritten	$520 \text{ m}^3/\text{s}$
Q_{50}	Abfluss an 50 Tagen überschritten	$460 \text{ m}^3/\text{s}$
Q_{80}	Abfluss an 80 Tagen überschritten	$400 \text{ m}^3/\text{s}$
Q_{100}	Abfluss an 100 Tagen überschritten	$375 \text{ m}^3/\text{s}$
Q_{MW}	Mittelwasser	$280 \text{ m}^3/\text{s}$

Q ₃₀₀	Abfluss an 300 Tagen überschritten	190 m ³ /s
Q ₃₄₇	Abfluss an 347 Tagen überschritten = mittleres Niederwasser	140 m ³ /s

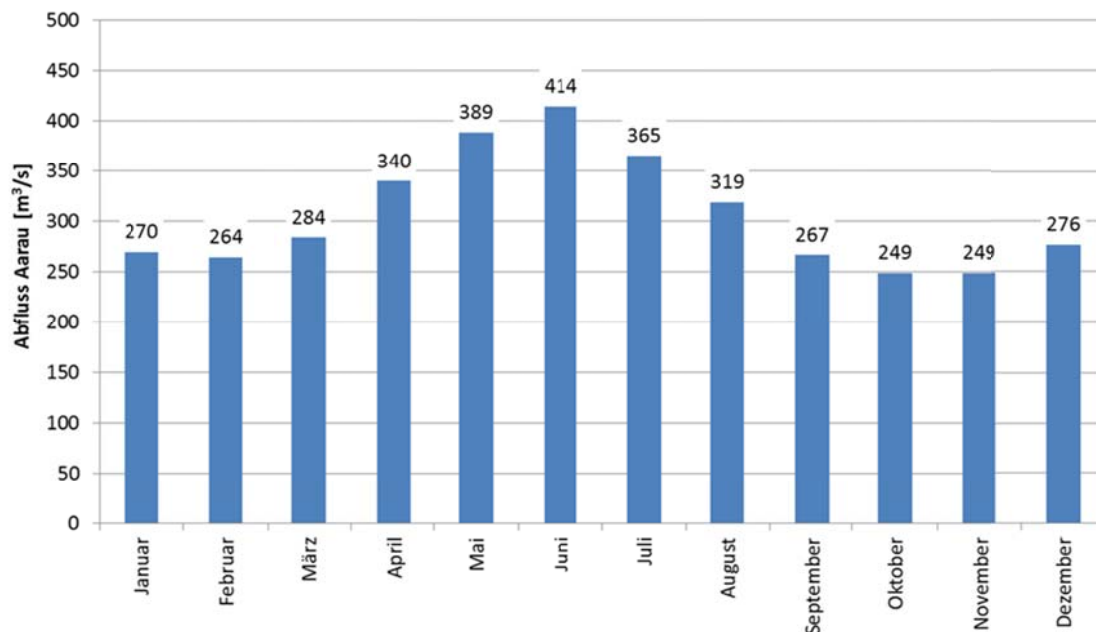


Abb. 2.3: Monatsmittelwerte Aareabfluss (Grundlage: Tagesmittelwerte der Jahre 1975 bis 2012).

2.4.2 Jahresmaxima und HW-Statistik

Die HW-Statistik und die Ermittlung der für die Fliessquerschnitte und Entlastungsorgane massgebenden Bemessungsabflüsse basieren auf den Jahresmaxima seit Messbeginn der hydrometrischen Stationen Aare-Murgenthal und Aare-Brugg im Jahr 1916 bis ins Jahr 2007 (Messperiode 92 Jahre, inkl. des HW-Ereignisses im August 2007). Dabei wird auch der Einfluss der letzten beiden grossen HW von 1999 und 2007 auf die HW-Statistik geprüft.

Die Abb. 2.4 zeigt die statistische Auswertung der Jahresmaxima mit den üblichen statistischen Extrapolationen von Jährlichkeit (Eintretenswahrscheinlichkeit) und dem zugehörigen Spitzenabfluss anhand der Wahrscheinlichkeitsverteilungen nach Gumbel und nach Pearson mit und ohne Berücksichtigung des HW-Abflusses im Jahr 2007. Daraus ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- Ein oberer wahrscheinlicher Wert für das 100-jährliche HW (HQ₁₀₀) liegt bei rund 1'300 m³/s. Für das 1'000-jährliche HW (HQ₁₀₀₀) beträgt ein oberer wahrscheinlicher Wert rund 1'600 m³/s.
- Die grossen HW im letzten Jahrzehnt und namentlich das HW 2007 haben eine spürbare Auswirkung auf die HW-Statistik und die Festlegung der Bemessungsabflüsse.

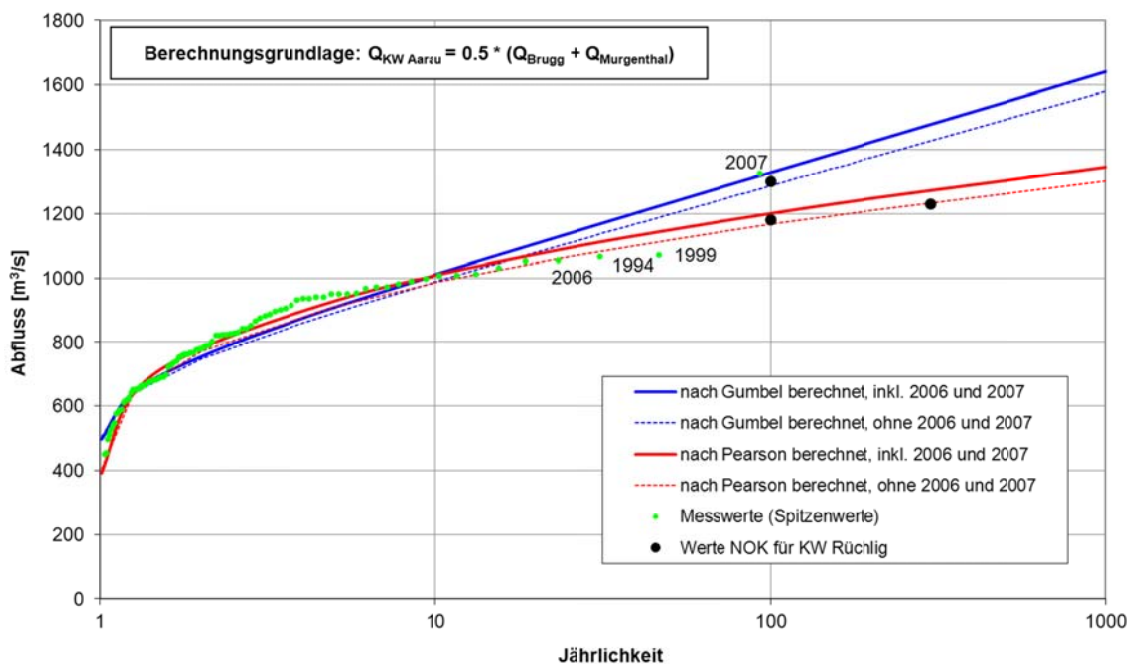


Abb. 2.4: HW-Statistik des Aare-Abflusses in Aarau und Extrapolationen über die Jahresmaxima von 1916 bis 2007 (im August 2007 ergab sich für den Mittelwert der Abflüsse Murgenthal (maximal 1'262 m^3/s) und Brugg (maximal 1'387 m^3/s) zu 1'324.5 m^3/s). In Aarau selbst wurde ein Abfluss von über 1'400 m^3/s festgestellt. Die Differenz ist eine Folge der Ausbreitung der HW-Welle (mit u.a. Schwalleffekten über die Kraftwerksstufen) und der Messungenauigkeit von Extremabflüssen.

2.5 HW-Schutzkonzept

2.5.1 Bemessungs- und Extremabflussmengen

Auf Basis der im Herbst 2008 durch den Kanton Aargau erstellten Gefahrenkarte wurden in Abstimmung mit dem Kanton Solothurn der Bemessungs- und der Extremabfluss wie folgt festgelegt: Das 100-jährliche HW ($HQ_{100, neu}$) liegt bei rund 1'400 m^3/s , für das 1'000-jährliche HW ($HQ_{1000, neu}$) sind es 1'700 m^3/s .

Tab. 2.2: HW-Abflüsse KW Aarau nach Jährlichkeiten.

HQ_{10}	10-jährliches HW	1'000 m^3/s
HQ_{20}	20-jährliches HW	1'100 m^3/s
HQ_{30}	30-jährliches HW	1'200 m^3/s
HQ_{100}	100-jährliches HW	1'400 m^3/s
HQ_{1000}	1'000-jährliches HW	1'700 m^3/s

Für den Nachweis der HW-Sicherheit werden insgesamt sechs Bemessungsfälle überprüft. Drei mit Bemessungsabfluss 1'400 m^3/s , zwei mit Extremabfluss 1'700 m^3/s und ein Baustellen-HW von 1'100 m^3/s .

Beim Kraftwerk Aarau, wo im Rahmen der Erneuerung (2015 – 2018) zwei HW-/Schwallentlastungsöffnungen eingebaut werden, kann zukünftig immer eine Abflusskapazität von mindestens 300 m³/s gewährleistet werden (bei Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ und n-1-Bedingung). Der Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ in der Restwasserstrecke des Kraftwerks Aarau kann damit auf 1'100 m³/s reduziert werden. Für den EHQ-Fall (Q_{ges} = 1'700 m³/s) wird von einer Abflusskapazität von 600 m³/s am Kraftwerk ausgegangen (beide Öffnungen funktionstüchtig). Der Abfluss in der Restwasserstrecke beträgt damit ebenfalls 1'100 m³/s. Durch Rückstauereffekte im Mündungsbereich liegen die Wasserstände jedoch auch in der Restwasserstrecke um etwa 0.2 bis 0.3 m höher als bei HQ₁₀₀. Die turbinierte Ausbauwassermenge des erneuerten Kraftwerks beträgt 400 m³/s. In der nachfolgenden Tabelle sind die Bemessungsfälle aufgelistet:

Tab. 2.3: Bemessungsfälle für den Nachweis der HW-Sicherheit.

Bemessungsfall	Bemessungs- und Extremabfluss (HW-/Schwallentlastung, Kraftwerk)
0	Baustellen-HW 1'100 m ³ /s, Ableitung 600 m ³ /s durch (n) = 2 Entlastungsöffnungen der HW-/Schwallentlastung. Max. Abfluss Wehranlage: 500 m ³ /s durch n-2 Wehrfelder.
1.1	Bemessungsabfluss 1'400 m ³ /s, Ableitung 300 m ³ /s durch (n-1) = 1 Entlastungsöffnungen der HW-/Schwallentlastung. Max. Abfluss Wehranlage: 1'100 m ³ /s.
1.2	Bemessungsabfluss 1'400 m ³ /s, Ableitung 600 m ³ /s durch (n) = 2 Entlastungsöffnungen der HW-/Schwallentlastung. Max. Abfluss Wehranlage: 800 m ³ /s.
1.3	Bemessungsabfluss 1'400 m ³ /s, Ableitung 400 m ³ /s durch Turbinen. Max. Abfluss Wehranlage: 1'000 m ³ /s.
2.1	Extremabfluss EHQ 1'700 m ³ /s, Ableitung 600 m ³ /s durch (n) = 2 Entlastungsöffnungen der HW-/Schwallentlastung. Max. Abfluss Wehranlage: 1'100 m ³ /s.
2.2	Extremabfluss EHQ 1'700 m ³ /s, Ableitung 400 m ³ /s durch Turbinen. Max. Abfluss Wehranlage: 1'300 m ³ /s.

Die nachfolgende Übersicht zeigt, welche Fälle für den Nachweis der HW-Sicherheit, d. h. für die Überprüfung der Dammhöhen im Bereich der Wehranlage und entlang des OW-Kanals berücksichtigt werden:

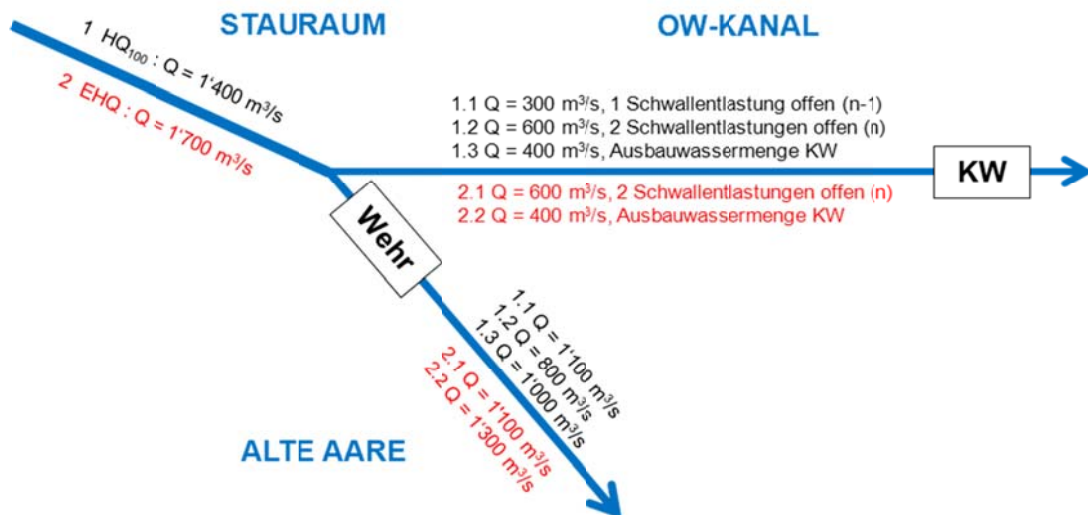


Abb. 2.5: Systemskizze mit Bemessungsfällen für den Nachweis der HW-Sicherheit mit Bemessungsabfluss 1'400 m³/s (1.1, 1.2, 1.3) und Extremabfluss EHQ = 1'700 m³/s (2.1, 2.2) unter Berücksichtigung der Ableitung von 600 m³/s durch (n) = 2, bzw. 300 m³/s durch (n-1) = 1 Entlastungsöffnungen der HW-/Schwallentlastung oder Ableitung 400 m³/s durch die Kraftwerksturbinen.

2.5.2 Schutzziele

Im Projektgebiet "Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Aare, Olten – Aarau" wurde in der dazugehörigen Vereinbarung der Projektziele als massgebliches Schutzziel für ufernahe Siedlungen und Infrastrukturanlagen ein Bemessungsabfluss Q_B von rund 1'400 m³/s mit Freibord festgelegt. Dieser Bemessungsabfluss entspricht ca. einem HQ₁₀₀. Je nach Objekten und Nutzungen wird das Schutzziel differenziert. So wird bspw. bei Kulturland eine begrenzte Überflutung gewässernaher Parzellen zugelassen, grossflächige Überflutungen von landwirtschaftlichen Nutzflächen sind dagegen bis zum Regelfall (Bemessungsabfluss ca. HQ₂₀) zu verhindern. Die genannten Schutzziele werden auch für den OW-Bereich des KW Aarau übernommen. Die beiden Projekte sind damit kongruent.

Die minimalen Dammhöhen ergeben sich aus den Wasserspiegellagen beim Bemessungsabfluss unter Berücksichtigung der vorgesehenen Massnahmen sowie allfälliger Auflandungen. Zusätzlich ist ab Schutzziel Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ ein Freibord zu berücksichtigen. Das Freibord setzt sich zusammen aus der Geschwindigkeitshöhe $v^2/2g$ (WSP + Geschwindigkeitshöhe = Energiehöhe) und einem Zuschlag für Unsicherheiten (0.2 m auf offenen Strecken), resp. beträgt mindestens:

- Entlang der Aare 0.8 m
- Zurückversetzter HW-Schutz: 0.3 m

2.5.3 Hydraulische Berechnungen

Folgende hydraulischen Berechnungen wurden durchgeführt und sind in die Projektierung eingeflossen.

- A) Im Rahmen des Vorprojekts wurden 2-dimensionale Strömungssimulationen der Überflutung des Schönenwerder Schachens im HW-Fall zur Ermittlung der Dammhöhen gegen Schönenwerd und zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeiten im Überflutungsgebiet (Abb. 2.8) vorgenommen. Die Berechnungen wurden von der Firma Hunziker Zarn & Partner AG, Aarau, im Subakkord der Ingenieurgemeinschaft durchgeführt. Da die Berechnungen im März 2008 abgeschlossen wurden, wird ein Bemessungsabfluss von 1'300 und 1'600 m³/s berücksichtigt (siehe Kap. 2.5.1). Zur Berechnung wurde das Programm HydroAS eingesetzt. Die Berechnungen sind in Beilage 3.4 dokumentiert.
- B) 1-dimensionale Staukurven-Berechnungen zur Ermittlung der Fließverluste (Δh) im OW-Kanal und der HW-Abflüsse im Konzessionsperimeter (Berechnung mit dem Programm HEC-RAS). Mittels der durchgeführten hydraulischen Berechnungen wurde das HW-Schutzkonzept für die Bereiche Wehranlage und Dotierkraftwerk sowie OW-Kanal und Kraftwerk bzw. Schwallentlastung entwickelt (Kap. 4.3.5 und 4.3.6).

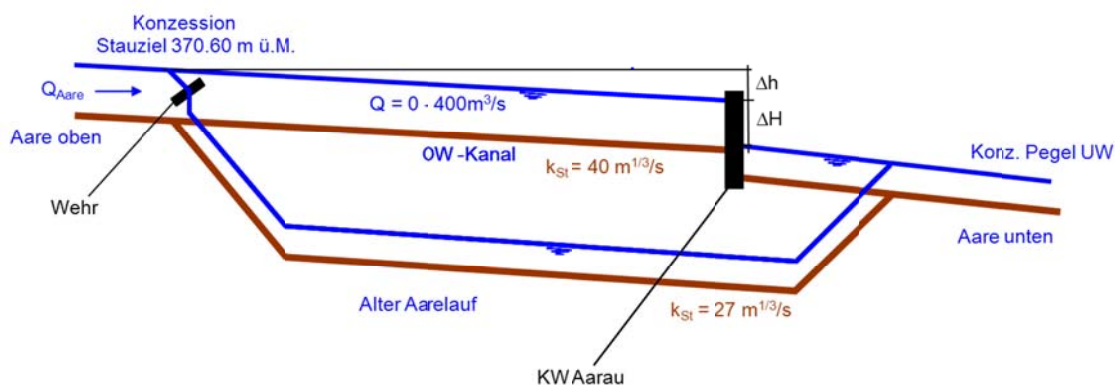


Abb. 2.6: Modell der hydraulischen Berechnung (HEC-RAS).

- C) Semianalytische Berechnung der Entlastungskapazitäten an der Wehranlage und an den Schwallentlastungsöffnungen (Abb. 2.10).

Im nachfolgenden Kapitel sind die wichtigsten Resultate der hydraulischen Berechnungen dargestellt.

2.5.4 Nachweis

2.5.4.1 HW-Schutz oberhalb Wehranlage

Das HW-Schutzkonzept sieht vor, dass der Schönenwerder Schachen bei seltenen Ereignissen (ab ca. 1'050 m³/s, entsprechend ca. HQ₂₀) überflutet werden darf. In Abb. 2.7 sind die Abflusstiefen und Strömungsgeschwindigkeiten bei Ausuferungen in den Schönenwerder Schachen bei Abflüssen von 1'600 m³/s in der Aare dargestellt (Grundlage siehe Kap. 2.5.3, Punkt A). Es zeigt sich, dass die notwendige Erhöhung der Ufer zwischen 0.5 und 1 m betragen, und dass die Strömungsgeschwindigkeit der Ausuferungen in den Schachen i. a. deutlich unter 1 m/s liegt.

Bei Abflüssen von 1'400 und 1'700 m³/s sind die Dammhöhen zusätzlich um rund 0.25 m zu erhöhen.

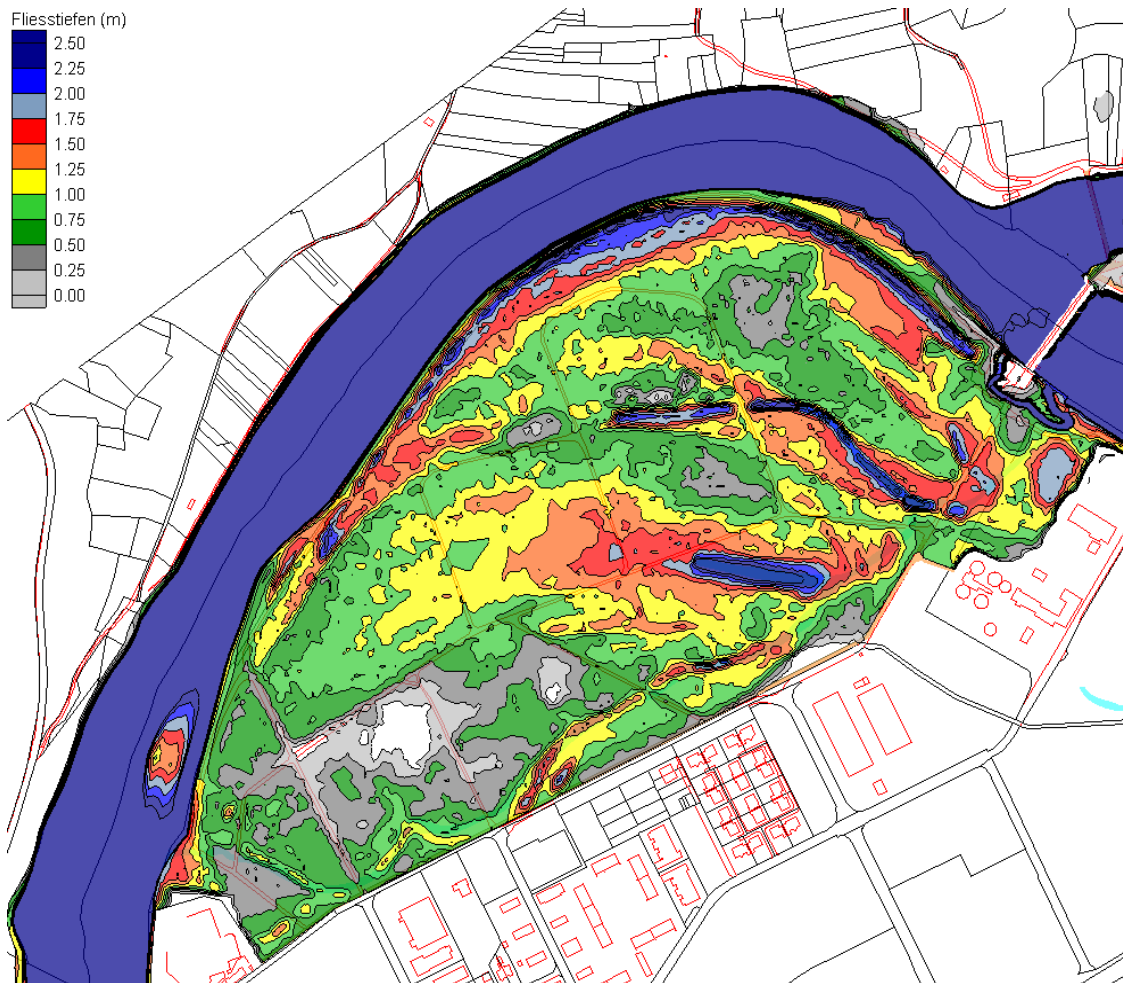


Abb. 2.7: Fliesstiefen der Ausuferung im Schönenwerder Schachen bei EQ-Abfluss von 1'600 m³/s.

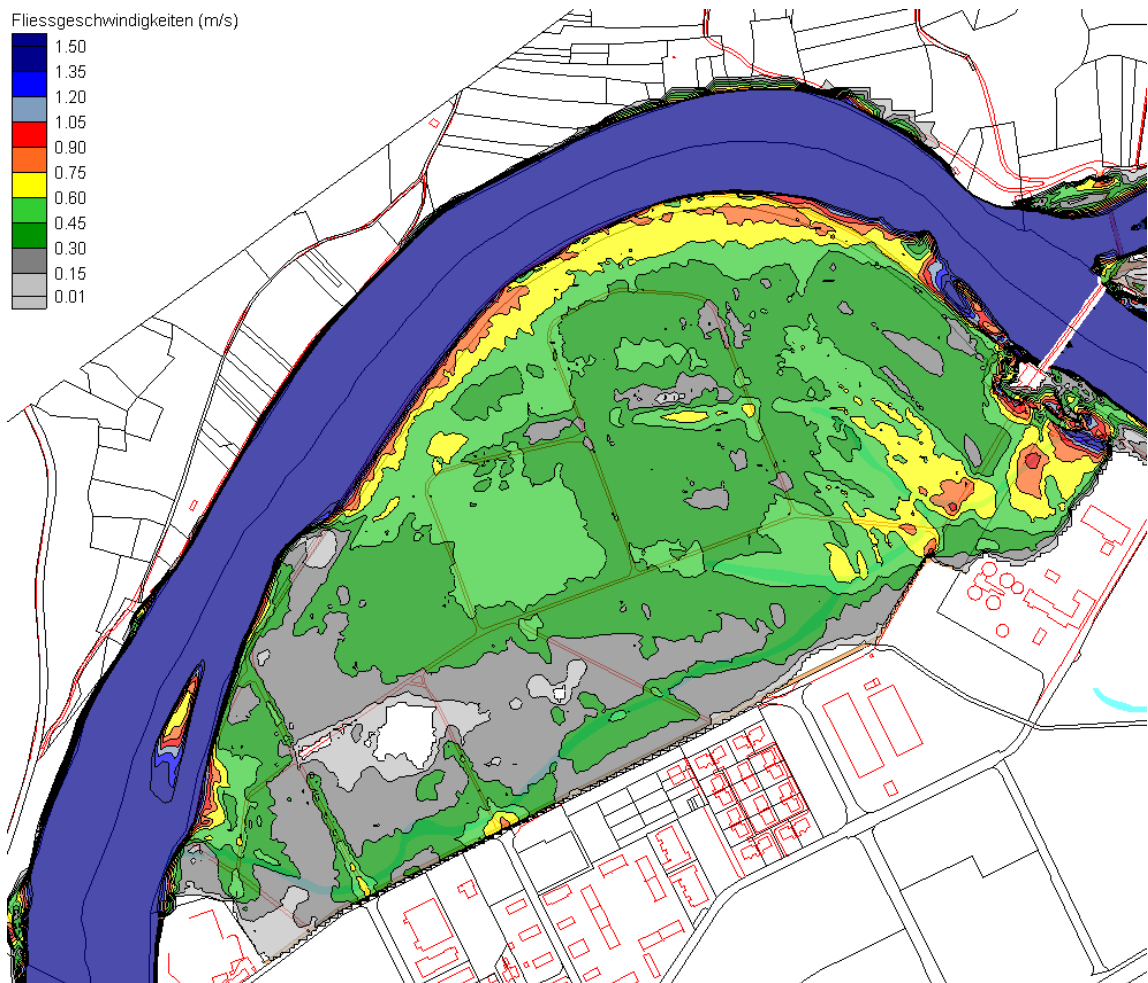


Abb. 2.8: Strömungsgeschwindigkeiten der Ausuferung im Schönenwerder Schachen bei EHQ-Abfluss von 1'600 m³/s.

Die Abb. 2.9 zeigt die Wasserspiegel und Energielinien bei den, aufgrund der im Herbst 2008 durch den Kanton Aargau erstellten Gefahrenkarte, angepassten Bemessungsabflüssen von 1'400 m³/s (HQ_{100, neu}) und 1'700 m³/s (HQ_{1000, neu}) im Abschnitt Schönenwerd bis unterhalb des Wehrs (Bemessungsfälle siehe Kap. 2.5.1). Ebenfalls eingezeichnet sind die HW-Spuren vom August 2007, die zur Kontrolle der Modellrechnung verwendet wurden. Die Querprofilaufnahmen, deren Organisation im Bereich der Konzessionsstrecke dem Kraftwerksbetreiber obliegt, wurden letztmals im Jahr 2008 durchgeführt.

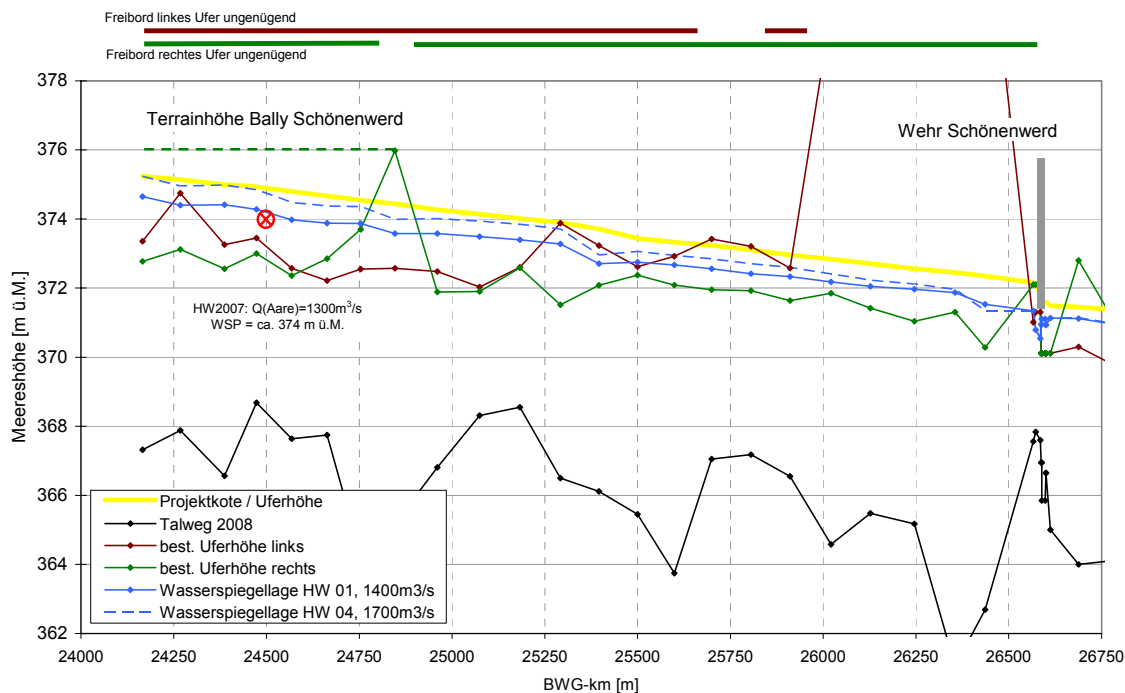


Abb. 2.9: Wasserspiegel im Staubereich (Schönenwerd bis Wehr) für die Bemessungsfälle von HW-Schutzmassnahmen ($1'400 \text{ m}^3/\text{s}$ und $1'700 \text{ m}^3/\text{s}$) sowie Uferhöhen. 1-dimensionale, hydraulische Berechnung mit HEC-RAS.

Abb. 2.9 zeigt die Schutzdefizite im Stauraum vor der Ausführung der vorgezogenen Hochwasserschutzmassnahmen in den Gemeinden Niedergösgen und Schönenwerd auf (Kap. 2.10.1).

2.5.4.2 HW-Sicherheit Wehranlage Schönenwerd

In Übereinstimmung mit den Vorgaben des Kantons Aargau und mit Auslegung des KW's Rüchlig sowie dem Konzept HW-Schutz des BAFU und der Bemessungsphilosophie der Sektion Talsperren des BfE wird der Bemessungsabfluss für die Wehranlage wie folgt gewählt:

- **Bemessungsfall 1.1**
Sicherer Abfluss mit ausreichend Freibord bei einem Bemessungsabfluss von $1'400 \text{ m}^3/\text{s}$ (= oberer Wert für HQ_{100}) durch (n-1) Entlastungsöffnungen, wobei angenommen wird, dass die leistungsstärkste Öffnung ausfällt. Als Freibord werden die Geschwindigkeitshöhe sowie ein Sicherheitszuschlag von 0.2 m gewählt.
- **Bemessungsfall 2.1**
Bordvoller Abfluss bei einem Extremabfluss von $1'700 \text{ m}^3/\text{s}$ (= oberer Wert für HQ_{1000}) durch (n) Entlastungsöffnungen.

Abb. 2.10 zeigt die Kapazität der Wehranlage (ohne Ausuferungen) heute und nach der im Bauprojekt vorgesehenen Sanierung (Grundlage siehe Kap. 2.5.3, Punkt C). Heute liegt die maximale Kapazität aller vier Wehröffnungen bei ca. $1'450 \text{ m}^3/\text{s}$.

Wenn lediglich drei der vier Wehre offen sind, beträgt die maximale Kapazität rund 1'100 m³/s. Wird dieser Abfluss überschritten, so besteht die Gefahr, dass die Strömung an die Schützenunterkante anschlägt, womit sich ein Abfluss unter Druck einstellt und der Oberwasserspiegel bis auf die Uferhöhe ansteigt. Mit einer verbesserten Wehrgeometrie kann der Wasserspiegel leicht gesenkt werden. Es ist jedoch zu beachten, dass durch die starke Verengung bei lediglich drei geöffneten Schützen die kritische Tiefe bereits beim Einlauf in das Wehr (Beginn Pfeiler) erreicht wird, und folglich der Abfluss durch das Wehr schiessend ist. Der Wasserspiegel wird somit bis zum Überfall hin weiter leicht abnehmen. Die in Abb. 2.10 dargestellten Kurven für n-1 offene Wehre beziehen sich somit auf den kritischen Wasserspiegel am Beginn des Wehrs. Des Weiteren ist zu beachten, dass der vorliegende Fall doppelt konservativ bewertet ist. Nicht nur bei dem Stauwehr Schönenwerd, sondern auch bei den Schwallentlastungen bei der Zentrale wurde die n-1 Regel angewendet. Folglich ist dieser Spezialfall kaum zu erwarten.

Aufgrund der hohen Unterwassertiefen bei Abflüssen über das Wehr von mehr als 700 m³/s stellt sich ein unvollkommener Überfall ein.

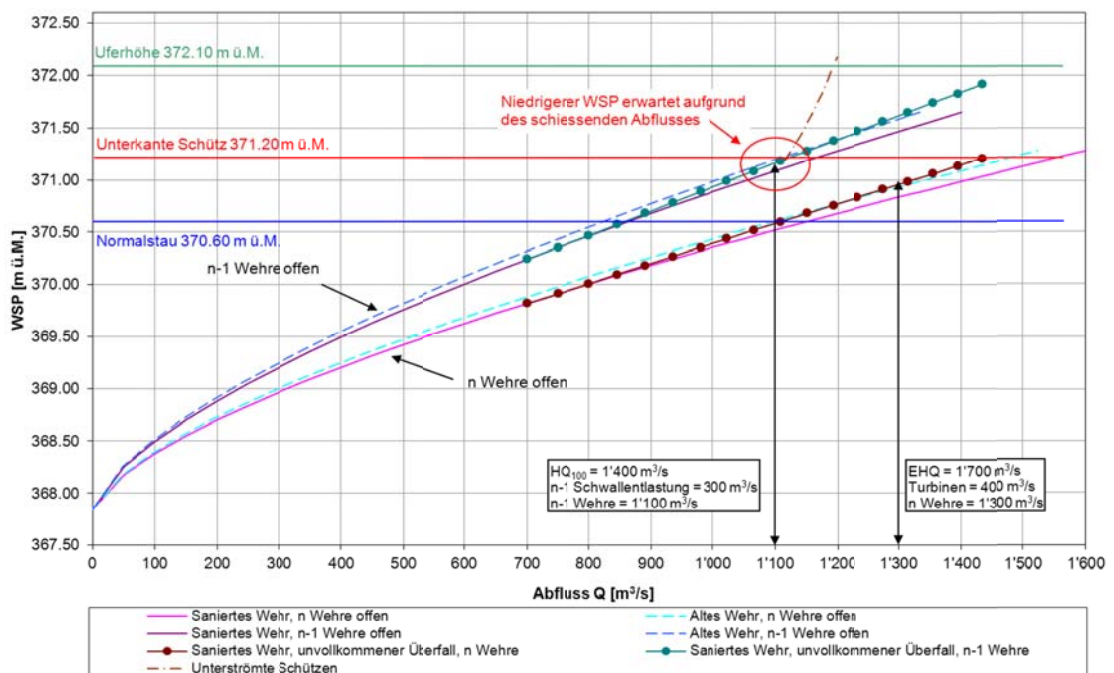


Abb. 2.10: Detaillierte Abflusskapazität des Stauwehrs in Funktion des Wasserpegels im Wehr. Die Grafik zeigt die erwartete Verbesserung der bestehenden Abflusskapazität bei einer Sanierung des Wehrrückens mit verbesserter Überfallgeometrie bei n-1 bzw. n offenen Wehröffnungen.

Für die weitere Bemessung von Wehrrücken und Tosbecken waren zusätzlich Abklärungen zum Wasserspiegelverlauf durch das Wehr erforderlich. Die Verjüngung der Aare in Richtung Wehr und die durch die Pfeiler verringerte Breite verursachen höhere Fließgeschwindigkeiten und dadurch eine geringere Fließhöhe bei Eintritt in das Wehr. Durch das Wehr hindurch nimmt der Wasserspiegel weiter ab, bis die kritische Tiefe auf der Überfallkrone erreicht ist. Somit herrscht eine schiessende Strömung über den Wehrrücken ins Tosbecken, wo sich ein Wechselsprung einstellt und sich danach wiederum ein strömender Abfluss ergibt.

In Abb. 2.11 ist ersichtlich, dass nach der Sanierung des Wehrrückens ein Abfluss von 1'400 m³/s ohne Probleme über das Wehr respektive die Alte Aare abgeführt werden kann. Je nach Kraftwerksbetrieb, respektive Schwallentlastung, ergibt sich eine zusätzliche Kapazität von bis zu 600 m³/s über den OW-Kanal.

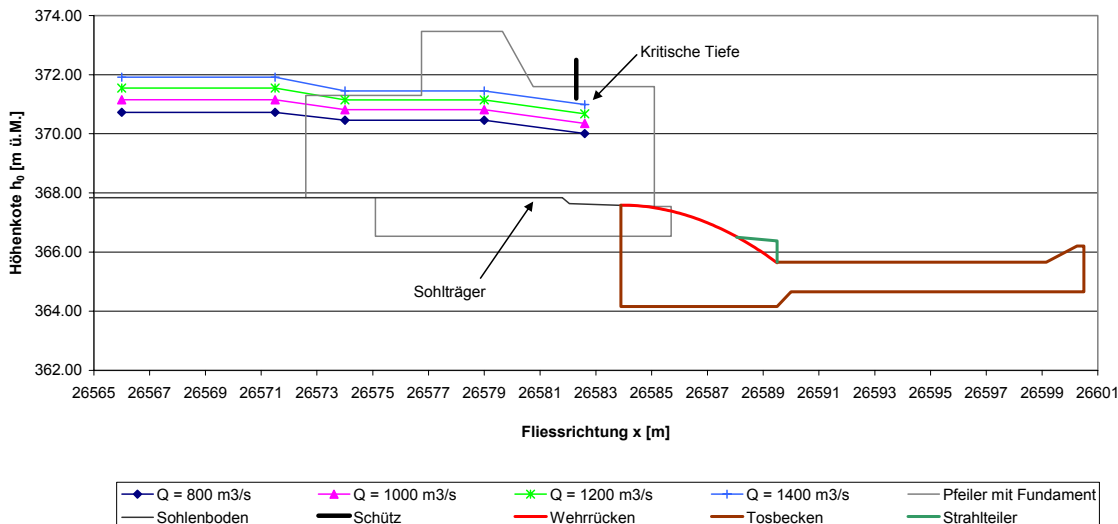


Abb. 2.11: Wasserspiegelhöhen durch das Wehr mit neu ausgebildetem Wehrrücken und Tosbecken bei n-Öffnungen.

Abb. 2.12 illustriert die Situation bei Anwendung der n-1 Regel (sowohl am Wehr als auch bei den Schwallentlastungen) und somit mit lediglich drei geöffneten von total vier Wehren. Die Wasserspiegel oberwasserseitig des Wehrs bleiben unverändert, jedoch ändert sich die Abflusssituation über das Wehr massgeblich. Bei lediglich 3 geöffneten Wehren vermindert sich die Fließbreite auf etwa 60 m, was im Vergleich zu etwa 90 m im Aarelauf eine Verengung von ca. 30 % darstellt. Somit wird das Wasser stark beschleunigt und die kritische Tiefe wird bereits bei Eintritt ins Wehr bei den Pfeilern erreicht. Von diesem kritischen Querschnitt bis zum Tosbecken senkt sich der Wasserspiegel weiter ab, so dass mindestens ein Abfluss von 1'100 m³/s ohne Anschläge an den Schützen abgeleitet werden kann. Im Tosbecken findet dann wiederum die Energiedissipation statt und ein strömender Abfluss stellt sich ein.

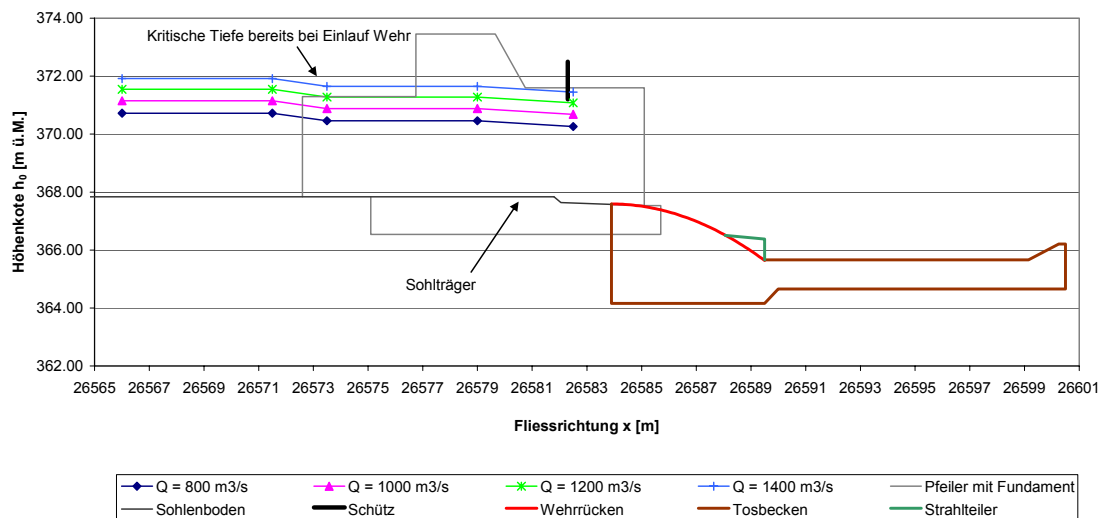


Abb. 2.12: Wasserspiegelhöhen durch das Wehr mit n-1 geöffneten Wehren (drei von vier) mit neu ausgebildetem Wehrrücken und Tosbecken.

Bei einem HQ_{100} kann das Stauwehr rechtsufrig umströmt werden. Beim neuen Dötterwasserkraftwerk sind daher Objektschutzmassnahmen vorgesehen: dichtes Maschinenhaus, temporäres Schliessen von tief liegenden Öffnungen z. B. mittels Dammbalken.

Tab. 2.4: Bemessungsfälle Wehranlage

Bemessungsfall	$HQ_{100} = 1'400 \text{ m}^3/\text{s}$	$EHQ = HQ_{1000} = 1'700 \text{ m}^3/\text{s}$	Wehranlage				
			Öffnung Wehranlage	Abfluss durch Wehranlage Q [m ³ /s]	Energielinie +20 cm Wehranlage Ho [m ü. M.]	Best. Uferhöhe Wehranlage H _{Ufer links} [m ü. M.]	Erf. Uferhöhe ΔH_{Err} [m]
1.1	X		n	1'100	372.16	372.10	0
1.2	X		n-1	800	371.40	372.10	0
1.3	X		n	1'000	371.91	372.10	0
2.1		X	n	1'100	372.16	372.10	0
2.2		X	n	1'300	372.62	372.10	0

Aus der Tab. 2.4 wird ersichtlich, dass die HW-Sicherheit mit einem Bemessungsabfluss von $1'400 \text{ m}^3/\text{s}$ und einem Extremabfluss EHQ von $1'700 \text{ m}^3/\text{s}$ unter Berücksichtigung der Öffnungen der Wehranlage für alle Bemessungsfälle erfüllt wird. Mit der Unterstützung der HW-/Schwallentlastung oder der Ableitung durch die Kraftwerksturbinen können sowohl der Bemessungsabfluss als auch der Extremabfluss über die sanierte Wehranlage bewältigt werden.

2.5.4.3 HW-Schutz OW-Kanal

In Abb. 2.13 wird das hydraulische Längenprofil für den OW-Kanal entlang des OW-Kanals aufgezeigt (Berechnungsgrundlage siehe Kap. 2.5.3, Punkt). Der HW-Schutz gegen aussen (nördlich des Kanals) ist bis zum EHQ-Fall gewährleistet. Gegen innen (Seite Grien) werden Ausuferungen akzeptiert. Entsprechend bleiben die Uferwege entlang des OW-Kanals und der Weg auf dem Mitteldamm in der Höhenlage unverändert. Bei HW wird der Mitteldamm abgesperrt.

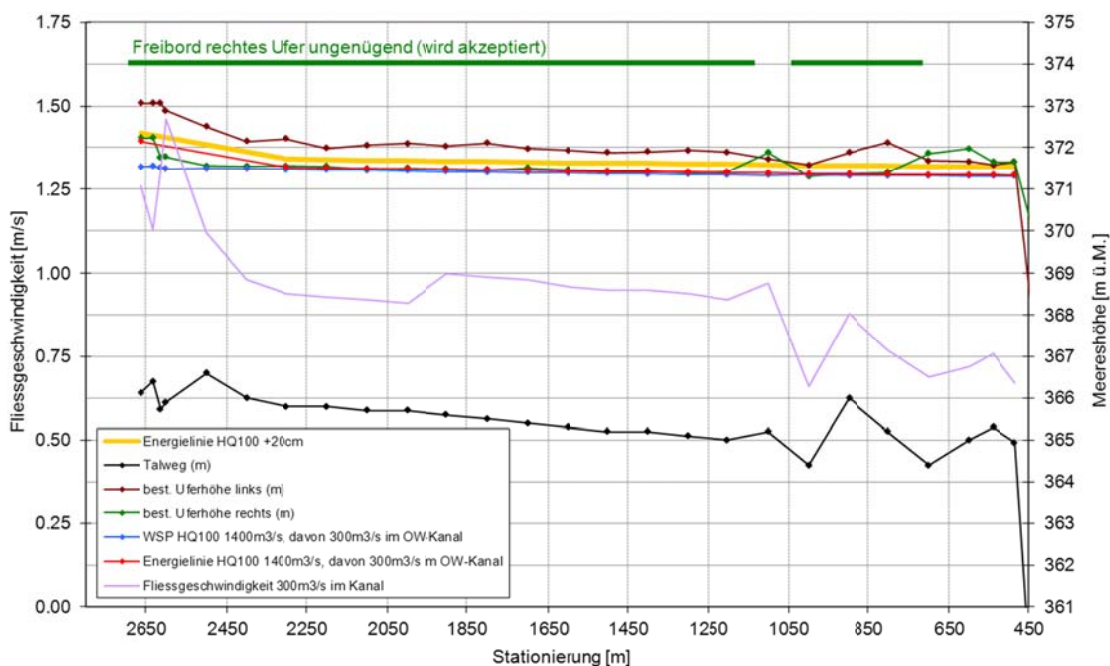


Abb. 2.13: Hydraulisches Längenprofil OW-Kanal (Nullpunkt der Stationierung beim Zusammenfluss OW-Kanal und Alte Aare).

Tab. 2.5 zeigt die Energienlinie für den Bemessungsabfluss von 1'400 m³/s und den Extremabfluss EHQ von 1'700 m³/s (Bemessungsfälle siehe Kap. 2.5.1).

Tab. 2.5: Bemessungsfälle OW-Kanal.

Bemessungsfall	HQ ₁₀₀ = 1'400 m ³ /s	EHQ = HQ ₁₀₀₀ = 1'700 m ³ /s	OW-Kanal			
			Öffnung Schwall- entlastung	Abfluss OW- Kanal Q [m ³ /s]	Energielinie Einlauf OW-Kanal H _{ow} [m ü.M.]	Energielinie OW-Kanal vor KW H _{ow} [m ü.M.]
1.1	X		n-1	300	372.15	371.34
1.2	X		n	600	371.54	369.35
1.3	X		0	400	371.94	370.89
2.1		X	n	600	372.32	370.01
2.2		X	0	400	372.69	371.52

2.5.4.4 HW-Schutz an der Alten Aare

Die Massnahmen zum Schutz der Stadt Aarau wurden mithilfe des 1D-Modells (Abb. 2.14) vordimensioniert. Linksufrig ist die Aare unterhalb vom Wehr Schönenwerd bis nach Aarau durch das Terrain begrenzt. Rechtsufrig wird der Schutz Wohnhäuser (Bahnstrasse) unterhalb der Aussenkurve durch das Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Aare, Olten – Aarau sichergestellt. Der Aarauer Schachen soll weiterhin als Auenwald erhalten werden. Die Aarauer Pferderennbahn wird analog zum Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Aare, Olten – Aarau geschützt. Der HW-Schutz des ufernahen Sportplatzes wird durch niedrige uferparallele Dammbauten und Ufererhöhungen sichergestellt und durch die Stadt Aarau bearbeitet.

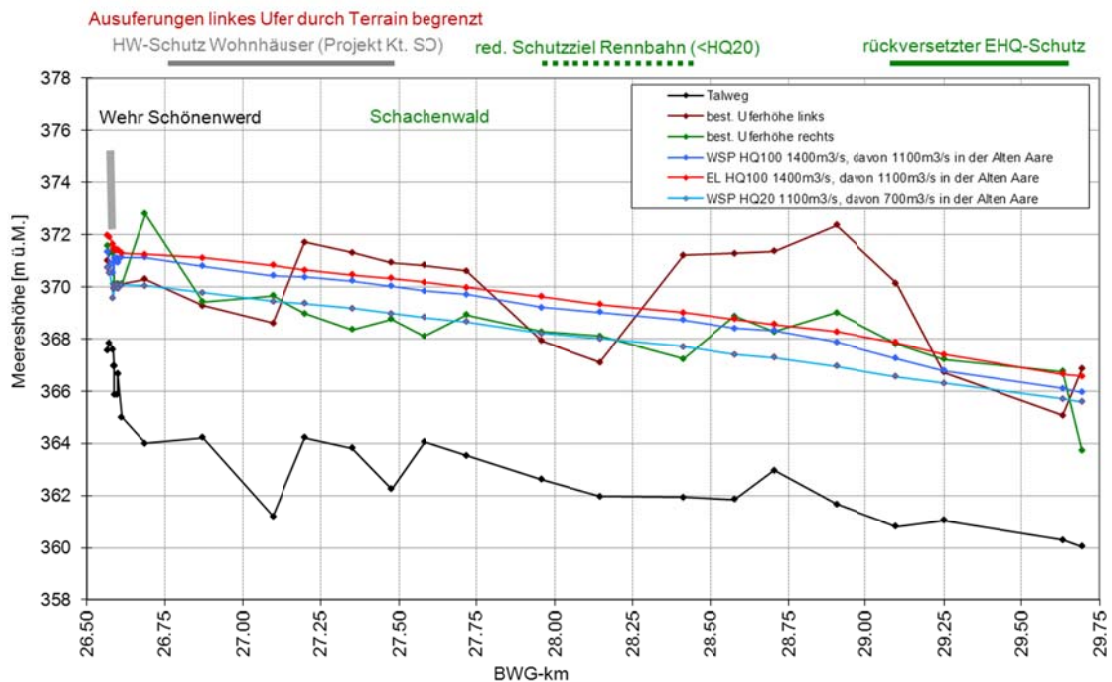


Abb. 2.14: Hydraulisches Längenprofil Alte Aare (Wehr bis Aarau) bei HQ₁₀₀ (1'400 m³/s, n-1) und HQ₂₀ (1'100 m³/s, KW-Betrieb) zur Bemessung der HW-Schutzmassnahmen.

Um die Überflutungen besser beurteilen zu können, wurde ein 2D-Modell von Cornel Beffa (beffa tognacca gmbh) für die Gefahrenkarte des Kantons AG aufgebaut. Die Berechnungen für den Bemessungsfall HQ₁₀₀ zeigen, dass ohne zusätzliche Schutzmassnahmen grosse Siedlungsgebiete der Stadt Aarau überflutet werden (Abb. 2.15). Die Überflutungen sind grösstenteils auf Wasseraustritte aus der Restwasserstrecke zurück zu führen.

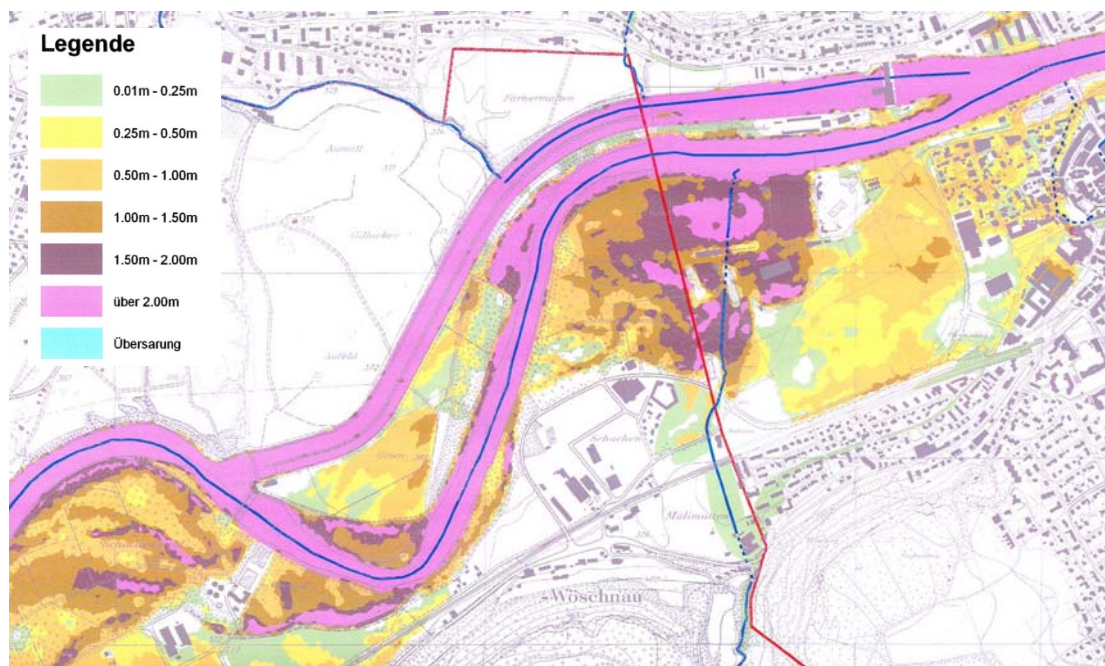


Abb. 2.15: Flusstiefenkarte bei $HQ_{100} = 1'400 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ist-Zustand), Quelle: C. Beffa.

2.6 Geschiebe und Schwemmgut

2.6.1 Geschiebe

Ab einem Abfluss von ca. $500 \text{ m}^3/\text{s}$ setzt in der Aare der Geschiebetrieb ein. Kleinere Kornfraktionen geraten bereits früher in Bewegung. Aus diesem Grund gelangt schon bei der Ausbauwassermenge des KW Aarau ($394 \text{ m}^3/\text{s}$) Geschiebe in den OW-Kanal. Durch die von den Kantonen bereits umgesetzten und in Zukunft noch verstärkten Massnahmen zur Reaktivierung des Geschiebetriebs in der Aare wird sich die Problematik verschärfen.

Im Vorprojekt sind deshalb im Bereich der Verzweigung in den OW-Kanal und oberhalb des Wehrs Massnahmen zur Strömungslenkung und Geschiebeabweisung vorgesehen (Buhnen/Leitwerke, Geschiebeabweiser). Im Rahmen der weiteren Projektierung wurden diese Massnahmen detaillierter untersucht und optimiert (Kap. 4.8.6.6). Ausführungen zur Geschiebereaktivierung sind zudem in Kap. 5.3.6 zu finden.

2.6.2 Schwemmgut

Der Etappenplan zwischen den Kantonen und dem Verband Aare-Rheinwerke (VAR) legt fest, dass das Kraftwerk Aarau das Treibgut ins Unterwasser zurückgeben darf. Der grösste Teil des Schwemmguts wird daher über die Schwallentlastungsklappen und die Rechenreinigungsmaschine ins Unterwasser geleitet. Das restliche, hängen gebliebene Schwemmgut (z.B. grosse Baumstämme) wird entnommen, zerkleinert und sachgerecht entsorgt.

Bei kleineren HW-Ereignissen ($< 800 \text{ m}^3/\text{s}$) fliesst der grössere Teil des Abflusses durch den OW-Kanal. Das Schwemmgut wird durch die Aussenkurvensituation zum Wehr getrieben. Bei grösseren HW-Ereignissen verlagert sich die Hauptströmung

und die Aussenkurvensituation führt zu einem verstärkten Schwemmgutanfall im OW-Kanal. Die im Konzessions- und Bauprojekt vorgesehenen Massnahmen zur verbesserten Schwemmgutbewältigung und -weiterleitung beim Wehr sind in Kap. 4.8.6.5 beschrieben.

2.7 Geologie und Baugrund

Der Projektperimeter liegt im solothurnischen und aargauischen Aaretal, welches im Gebiet zwischen Schönenwerd und Aarau generell dem Südfuss des Faltenjuras zwischen dem letzten und dem zweitletzten Faltenzug folgt. Das glazial geprägte Tal ist in die kalkig-mergelig ausgebildeten Schichten des Malms eingetieft, wobei ein Grossteil der Felsunterlage den Effinger Schichten zugehört. Die quartäre Talfüllung über der Felsunterlage wurde spät- und nacheiszeitlich geschüttet und besteht aus Schotter. Ebenfalls im Verlaufe der Nacheiszeit wurde die ursprünglich auf einheitlicher Höhe liegende Schotterflur durch Erosion in verschiedene Terrassen zergliedert.

Die Breite der Schotterrinne variiert im Projektperimeter. An verschiedenen Stellen verengt sich das Tal sehr stark, indem Felsriegel das Tal queren. Solche Felsriegel liegen einerseits bei Schönenwerd, andererseits bei Aarau. Dazwischen, d.h. im engeren Projektgebiet, verbreitert sich die Schotterrinne beckenförmig.

Parallel zur Erarbeitung des Bauprojekts wurden im Projektperimeter geologische, geotechnische und hydrogeologische ausgedehnte Sondierungen vorgenommen. Die bezüglich des Baugrunds relevanten Resultate sind in der Beilage 3.2 zum Technischen Bericht zusammengestellt. Mit Blick auf die neuen Bauwerke können die Hauptresultate der Sondierungen wie folgt zusammengefasst werden:

Mittels Kernbohrungen im Kraftwerksbereich wurden der Bodenaufbau und die Lage des Felshorizonts bestimmt. Es zeigt sich, dass die neuen Maschinenblöcke auf Fels fundiert sein werden. Ebenso können die Baugrubenabschlüsse in den Fels eingebunden werden.

Bautechnisch sind diese Erkenntnisse vorteilhaft: die Lasten des Zentralengebäudes können problemlos in den Baugrund übertragen werden; die neue Zentrale ist gut fundiert und Setzungsprobleme können ausgeschlossen werden. Im Weiteren wird durch den guten Baugrund der Aufwand für den Baugrubenabschluss und die Wasserhaltung reduziert.

Da die neuen Maschinenblöcke direkt auf dem Felsen liegen, besteht die Gefahr der Körperschallübertragung in Richtung der Wohngebäude am Hungerberg, die teilweise ebenfalls auf Fels fundiert sind. Im Rahmen des Bauprojekts wurden die zu erwartenden Immissionen abgeklärt. Es werden Dämmungsmassnahmen vorgesehen.

2.8 Hydrogeologie und Grundwasser

Die Grundwasserverhältnisse und die Auswirkungen der Kraftwerkserneuerung auf das Grundwasser wurden detailliert untersucht und numerisch modelliert. Die Resultate und Erkenntnisse daraus sind im UVB, Beilage 4, dargestellt. Die wichtigsten Punkte lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die quartären Schotter beherbergen den weitgehend zusammenhängenden Aaretal-Grundwasserstrom. Als Grundwasserstauer wirkt die Felsoberfläche. Die Grundwassermächtigkeit erreicht in der tiefsten Talsohle 20 m und mehr und dünnt gegen die Talflanken aus. Auf beiden Talseiten finden sich anschliessend noch Schottervorkommen, die kein nutzbares Grundwasser mehr enthalten, aber trotzdem zum seitlichen Einzugsgebiet des Grundwasservorkommens gehören.

Wie aus dem Isohypsenplan des Grundwasserspiegels zu entnehmen ist, strömt das Grundwasser generell etwa parallel zur Talachse von WSW gegen ENE, wobei das Gefälle zwischen Schönenwerd und Wehr ca. 3 ‰ und unterhalb davon und bis Aarau ca. 1 ‰ beträgt.

Auf dem für das vorliegende Projekt massgeblichen Talabschnitt zwischen Schönenwerd und Aarau schwankt der Grundwasserspiegel in der Grössenordnung von 3 m, wobei dessen Lage weitgehend vom Aarewasserstand diktiert wird, da eine intensive hydraulische Wechselbeziehung zwischen der Aare und dem Grundwasser besteht. Die Wechselwirkung zwischen OW-Kanal und Grundwasserträger ist eingeschränkt, da der Kanal weitgehend kolmatiert ist. Ausserhalb des Kanals sinkt der Grundwasserspiegel rasch auf das Niveau des Aarewasserstands ab.

Die hydrogeologische Gesamtbewertung der geplanten Einbauten kommt u.a. zu folgendem Schluss:

Der Grundwasserspiegel wird nur sehr lokal im Nahbereich des Kraftwerks angehoben. Ausserhalb der Projektparzelle werden die Veränderungen voraussichtlich kleiner als 0.1 m und damit in der Praxis bereits nicht mehr eindeutig messbar sein. Negative Beeinflussungen von Grundwassernutzern, von benachbarten Bauten und Installationen sowie von belasteten Standorten sind nicht zu erwarten. Das Projekt des Neubaus der Zentrale 2 kann aus hydrogeologischer Sicht als unbedenklich beurteilt werden.

2.9 Umwelt

Sämtliche Umweltaspekte sind detailliert im Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) und dessen Anhängen und Beilagen behandelt.

Das Projekt wurde in enger Zusammenarbeit von Ingenieuren und Ökologen erarbeitet. Bei der Konkretisierung und Optimierung der Konzessionserneuerung und der Baumassnahmen lieferte der Umweltbeauftragte die ökologischen Entscheidungsgrundlagen. Durch diese Prozess-UVB wird sichergestellt, dass die Bereiche Natur, Landschaft und Umwelt von Anfang an in der Projektierung berücksichtigt werden.

Die Voruntersuchung zum Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) gab Auskunft über die Auswirkungen aller im Projekt vorgesehenen Eingriffe und Massnahmen auf die Umwelt und begründet deren öffentliches Interesse. Zusammen mit der Voruntersuchung wurden auch Inhaltsverzeichnis und Pflichtenheft der Hauptuntersuchung festgelegt und aufgrund der Stellungnahmen der Behörden vom Frühjahr 2009 ergänzt.

Parallel zum Konzessions- und Bauprojekt wurde die UVB-Hauptuntersuchung erarbeitet und anschliessend gleichzeitig öffentlich aufgelegt.

Aufgrund der heutigen Beurteilung ist – unter Einhaltung der im UVB definierten Massnahmen – in keinem der relevanten Umweltbereiche mit erheblichen Auswirkungen (Überschreitungen von Grenzwerten, Verletzung rechtlicher Erlasse) zu rechnen.

Die Konzessionserneuerung mit den geplanten Baumassnahmen führt zu Verbesserungen für die Natur: Grössere Wassermengen für die Restwasserstrecke und mehr Gewässer- und Auenlebensräume (neue Seitengewässer, Aufstiegshilfen, Flachufer).

2.10 Drittprojekte

2.10.1 Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Aare, Olten - Aarau

Der HW-Schutz auf dem Gebiet des Kantons Solothurn wird mit Ausnahme des OW-Kanals durch den Kanton Solothurn durch das „Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Aare, Olten - Aarau“ sichergestellt (Gefahrenkarte und Massnahmenplanung Aare Olten – Aarau). Im Zeitraum 2010 bis 2012 erfolgte die Ausführungsprojektierung und Realisierung der vorgezogenen Hochwasserschutzmassnahmen in den Gemeinden Niedergösgen und Schönenwerd (Projektierung und Bauleitung durch Gruner Ingenieure AG, Aarau. Die bestehende Ufersicherung im Aarelauf ist zum grössten Teil intakt und bedarf nur einer punktuellen Sanierung.

Die hydraulischen Berechnungen (Kap. 2.5.4.1, Abb. 2.9) zeigen: Das Freibord der Aare von der oberen Konzessionsgrenze (240 m oberhalb der Strassenbrücke in Schönenwerd) bis zum Wehr ist teilweise beidseitig ungenügend. Die geplanten Massnahmen sind im Plan P.33.001 dargestellt. Links- und rechtsufrig (Schönenwerder Schachen) erfolgte 2010 die Ausführungsprojektierung der HW-Schutzmassnahmen durch Gruner Ingenieure AG in Aarau.

Abb. 2.14 zeigt die HW-Schutzdefizite unterhalb des Wehrs Schönenwerd. Linksufrig ist die Alte Aare durch das Gelände begrenzt und verbaut. Rechtsufrig (ab Aare-km 27.05) wird der Weg zwischen den Wohnhäusern und dem Wald auf einer Länge von knapp 500 m leicht angehoben (zurückversetzter HW-Schutz). Im Bereich der Aarau-Pferderrennbahn ist das Freibord ungenügend. Auf einer Länge von rund 400 m wird das Gelände unmittelbar ausserhalb der Abschränkung der Pferderrennbahn erhöht (reduziertes Schutzziel). Die Ufererhöhung schliesst bei Aare-km 28.6 an die natürliche Geländeerhebung an. Die Umsetzung ist kantonsübergreifend und entsprechend zu koordinieren.

2.10.2 Weitere Projekte

Ein Projekt der Stadt Aarau sieht vor die Tiefstelle im Bereich der Sportanlage durch einen HW-Schutzdamm zu überbrücken.

3 Variantenstudium

3.1 Wahl der Bestvariante zur Ausarbeitung im Vorprojekt

Auf Basis der Erkenntnisse aus einem erweiterten Variantenstudium wurde dem Verwaltungsrat der IBAAarau AG anlässlich der Verwaltungsratssitzung vom 26. Oktober 2007 beantragt, die folgende Variante in einem Vorprojekt vertieft auszuarbeiten:

- OW-Kanal: ökologisch aufgewertete Variante mit Kanalverbreiterung und Beibehaltung des begehbaren Mitteldamms (Variante 9.2), ökologische Aufwertung Schönenwerder Schachen
- Umbau der Zentrale 2 mit zwei oder drei Maschinengruppen und Retrofit der Maschinen der Zentrale 1
- Verbesserung HW-Schutz in der Konzessionsstrecke (Realisierung der HW-Schutzmassnahmen durch den Kanton Solothurn)

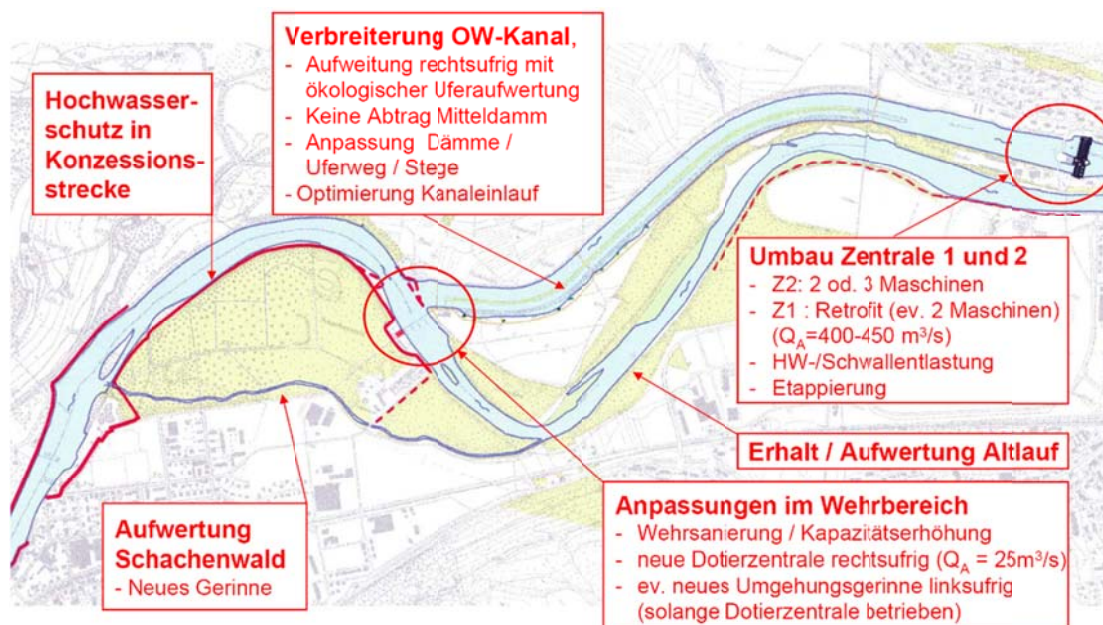


Abb. 3.1: Bestvariante des erweiterten Variantenstudiums (Stand Dez. 2008).

Die Bestvariante wurde bis im Mai 2008 in ein Vorprojekt umgesetzt. Nach der Genehmigung durch den Verwaltungsrat der IBAAarau Kraftwerk AG wurde es am 7. Januar 2009 den Behörden zur Vorprüfung eingereicht.

Das Konzessions- und Bauprojekt baut auf dem Vorprojekt vom 7. Januar 2009 auf und berücksichtigt die Stellungnahmen der Behörden aus der Vorprüfung.

4 Anlagenbeschreibung Bauprojekt

4.1 Konzept und generelle Beschreibung

Das bestehende Anlagekonzept mit dem Stauwehr in Schönenwerd, den beiden OW-Kanälen, dem KW Aarau mit den Zentralen 1 und 2 sowie der Wasserrückgabe in die Unterwasserstrecke bis unmittelbar oberhalb der Kettenbrücke bleibt auch mit dem Umbau und der Erneuerung der Anlage weitgehend erhalten. Die Stauhaltung der Aare, der OW-Kanal und die Wasserrückgabe in die Aare werden optimiert und an die neuesten Erkenntnisse der Technik und der Umweltaforderungen angepasst. Das eigentliche Kraftwerk wird etappenweise modernisiert. Die Zentrale 2 wird vollständig erneuert. Bei der Zentrale 1 werden die elektromechanischen Anlagen zu einem späteren Zeitpunkt innerhalb der bestehenden Bausubstanz ersetzt.

Es sind folgende Massnahmen und neuen Anlageteile geplant:

- Erhöhung des Stauziels um 6 cm auf 370.60 m u.M. und geringfügige Erhöhung des Ausbaudurchflusses der Hauptzentralen
- Erneuerung Zentrale 2: mit zwei neuen Getriebeschachtturbinen, Verbesserung des Lärmschutzes durch geschlossene Kühlkreisläufe und neue schalldämmende Gebäudehülle, gestalterische Aufwertung der Gebäudehülle (T6)
- Neue Schwallentlastung bei der Zentrale 2 mit Schwallentlastungsöffnungen beidseits der Turbinen und Steigerung der HW-Ableitkapazität der Kraftwerksanlage. (H2)
- Retrofit der elektromechanischen und elektrotechnischen Ausrüstung sowie der Leittechnik der Zentrale 1 (T7)
- Verbesserung der Fischaufstiegsmöglichkeiten beim Kraftwerk (F9, F10, F11 und F12): neue, linksufrige und erneuerte rechtsufrige Fischaufstiegshilfen
- Verkürzung Mitteldamm um 750 m (T5)
- Bau einer NW-Rinne im OW-Kanal (F6)
- Sanierung Böschungen OW-Kanal (T4)
- Sanierung des Stauwehrs (grosser Unterhalt an Stahlwasserbauten, Erneuerung Tosbecken im UW des Stauwehrs) (T2 und F3) und Verbreiterung Wehrbrücke für den Langsamverkehr (N12)
- Neubau eines fischschonenden Dotierwasserkraftwerks am rechten Wehrwiderlager (T3), Rückbau der bestehenden Heberturbine am rechten Ufer, Umnutzung des Dotierkraftwerks am linken Ufer als Entlastungsöffnung und Fischabstieg (F4), Umnutzung der Gebäude linksufrig
- Weitgehende Ökologische Aufwertungs- und Ersatzmassnahmen (Kap. 4.8.1.)
- Umgestaltung Areal Netzbau
- Sicherstellung HW-Schutz Stadt Aarau (H1)
- HW-Schutz entlang der Aare (Realisierung durch den Kanton Solothurn)

Die vorgesehenen Massnahmen sind in Plan P.33.000 dargestellt und werden im Kap. 4.8 beschrieben.

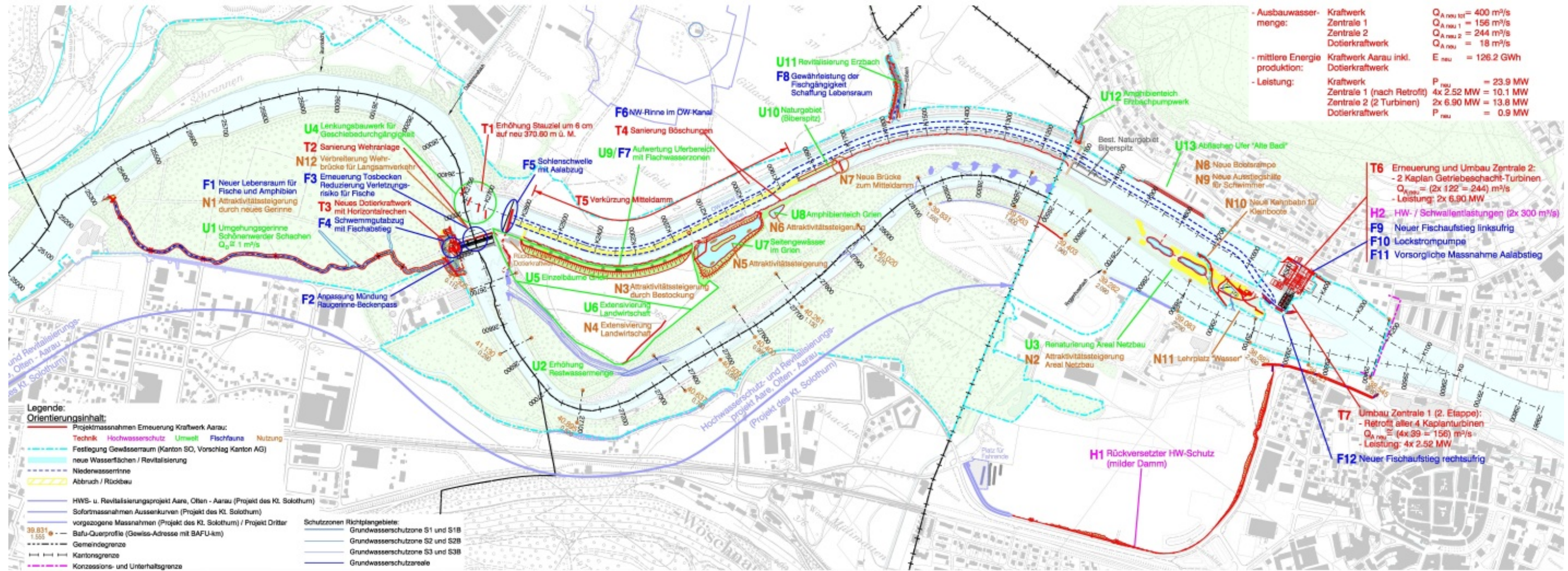


Abb. 4.1: Erneuerung KW Aarau, Übersichtsplan mit Massnahmen

4.2 Projektanpassungen Vorprojekt

Aufgrund der behördlichen Stellungnahmen in der Vorprüfung konnte basierend auf dem vorgeschlagenen Anlagenkonzept aufgebaut werden. Das Projekt wurde vertieft und in ein kombiniertes Konzessions- und Bauprojekt überführt. Gegenüber dem Vorprojekt wurden im Projekt vom 31.10.2010 folgende Anpassungen aufgenommen:

- Definitive Wahl von 2 Maschinensätzen bei der Erneuerung der Zentrale 2
- Optimierung Fischpass Zentrale 2
- Optimierung Kahnbahn: Neue Gestaltung der Gebäudehülle der Zentrale 2 als Resultat eines Architektur Studienwettbewerbs
- Erneuerung des Mittelbaus (Betriebs- und Besucherräume)
- Körperschallisolation der Maschinenblöcke
- Differenzierung der Verbreiterung des OW-Kanals 1 (Verbreiterung bis auf 25 m im Grien, Reduktion der Verbreiterung an der schmalsten Stelle des Trenndamms zur Alten Aare)
- Optimierung der Restwassermengen gemäss den Erkenntnissen aus dem Restwasserbericht und Anpassung der Dotierzentrale
- Optimierung Geschiebelenkung beim Einlauf OW-Kanal
- Verbesserung im Mündungsbereich des heutigen Umgehungsgerinnes beim Wehr und des neuen Umgehungsgerinnes im Schönenwerder Schachen
- Fischgängigkeit im Mündungsbereich des Erzbachs verbessern
- Abstimmung auf das „Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Aare, Olten – Aarau“ des Kantons Solothurn (Vorgezogene Massnahmen Niedergösgen und Schönenwerd, Hauptprojekt Wehr Schönenwerd bis Kantonsgrenze und Sofortmassnahme in der Alten Aare)

4.3 Projektanpassungen Gesuchsentwurf vom 16.12.2011

Der Gesuchsentwurf vom 31.03.2010 wurde durch den Gesuchsentwurf vom 16.12.2011 ersetzt. Er beinhaltet folgende Anpassungen:

- Erneute Optimierung des Fischpasses der Zentrale 2 mit einer Lockstrompumpe
- Ausbau des OW-Kanals mit einer Verkürzung des Mitteldamms (Kapazitätssteigerung) und ökologische Aufwertung mit Flachwasserzonen im Uferbereich des OW-Kanals 1
- Verzicht auf die Verbreiterung des OW-Kanals und Ersatz durch Seitengewässer im Grien
- Verzicht auf die rechtsufrige Schwemmgutentlastung und Erhalt des bestehenden Fischpasses
- Anpassung und Optimierung des Dotierkraftwerks neu mit Horizontalrechen und Fischabstieg
- Erneute Optimierung/Anpassung der Restwassermengen

- Erneute Anpassung im Mündungsbereich des heutigen Raugerinne-Beckenpasses beim Wehr und des neuen Umgehungsgerinnes im Schönenwerder Schachen
- Erweiterung Revitalisierung Erzbach (Absetzbecken bis Mündungsbereich)
- Ergänzung des Projekts mit Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen (Kap.4.8.1)
- HW-Schutzmassnahmen im Aarauer Schachen (Schutz der Stadt Aarau), Koordination der HW-Schutzmassnahme im Bereich der Aarauer Pferderennbahn mit dem Kanton Solothurn

4.4 Projektanpassungen Gesuchsentwurf vom 22.10.2012

Der Gesuchsentwurf vom 16.12.2011 wurde durch den Gesuchsentwurf vom 22.10.2012 ersetzt. Er beinhaltet folgende Anpassungen:

- Verzicht auf den Grundwasserteich Schönenwerd
- Verbreiterung Wehrbrücke für den Langsamverkehr
- Umgestaltung Areal Netzbau mit (a) einer grossräumigen Renaturierung mit Geländegestaltung und Amphibienteichen, (b) einer neuen Kahnbahn zwischen OW-Kanal und Altlauf und (c) dem Lehrplatz "Wasser" mit zugehöriger Infrastruktur
- Erneute Anpassung im Mündungsbereich des heutigen Raugerinne-Beckenpasses beim Wehr und des neuen Umgehungsgerinnes im Schönenwerder Schachen, Querung des Umgehungsgerinnes mittels Steg

4.5 Projektanpassungen für die Auflage vom 23.10.2013

Der Gesuchsentwurf vom 22.10.2012 wird nun durch das vorliegende Gesuch vom 23.10.2012 ersetzt. Es beinhaltet folgende Anpassungen:

- Optimierung des geplanten Fischaufstiegs linksufrig
- Planung neuer Fischaufstieg rechtsufrig
- Anpassungen Areal Netzbau
- Anpassungen Mittelbau Zentrale 1
- Einlaufschieber beim Umgehungsgerinne

4.6 Eckwerte der neuen Konzession

Die neue Konzession wird mit folgenden Eckwerten beantragt:

- | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------|
| - Konzessionsdauer | 68 Jahre | 1) |
| - Konzessionierte Wassermenge | 420 m ³ /s | optimiert |
| - Stauziel Wehr Schönenwerd | 370.60 m ü.M. | + 6 cm |
| - Restwassermenge Wehr Schönenwerd: | | |

Die Restwassermenge ist saisonal bestimmt und beträgt mind. 15, 20 oder 25 m³/s. Die mittlere minimale Restwassermenge pro Jahr beträgt 19 m³/s.

- Die mittlere nutzbare Wassermenge entspricht der Restwassermenge abzgl. 2 m³/s (1 m³/s entfällt auf das neue Umgehungsgerinne im Schönenwerder Schachen, 0.6 m³/s auf den bestehenden Raugerinne-Beckenpass bei der rechtsufrigen Dotierzentrale und 0.4 m³/s auf den Schwemmgutabzug mit Fischabstieg) und beträgt folglich 17 m³/s. Die technischen Angaben zur neuen Dotierzentrale sind in Kap. 4.8.6.5 zu finden.

¹⁾ Konzessionsdauer analog WKW Gösgen und WKW Ruppoldingen

4.7 Hauptdaten der neuen Anlagen

4.7.1 Zentrale

Konzessionierte Wassermenge	420 m ³ /s
Ausbauwassermenge Kraftwerk	400 m ³ /s
Ausbauwassermenge Zentrale 1	156 m ³ /s
Ausbauwassermenge Zentrale 2	244 m ³ /s

Zentrale 1 (nach Umbau und Retrofit):

- Kaplan turbinen (4x)
- Nennleistung Turbine 4 x 2.52 MW
- Bruttofälle bei 100 m³/s 7.00 m
- Bruttofälle bei 350 m³/s 6.00 m
- Bruttofälle bei 800 m³/s 5.00 m
- Ausbauwassermenge 4 x 39 m³/s
- Nenndrehzahl 150 U/min
- Synchron generator 4 x 3'000 kVA

Zentrale 2 (nach Umbau - Variante mit 2 Turbinen):

- Getriebebeschachtturbinen (2x)
- Nennleistung Turbine 2 x 6.9 MW
- Bruttofälle bei 100 m³/s 7.00 m
- Bruttofälle bei 350 m³/s 6.00 m
- Bruttofälle bei 800 m³/s 5.00 m
- Ausbauwassermenge 2 x 122 m³/s
- Nenndrehzahl Turbine 100 U/min
- Nenndrehzahl Generator 500 U/min
- Synchron generator 2 x 8'000 kVA

4.7.2 Neues Dotierkraftwerk

Technische Daten

- 1 vertikalachsige Kompakt Kaplan turbine
- Laufrad Ø ca. 2'150 mm
- Drehzahl: 176.5 U/min
- Turbinendurchfluss: 10 bis 23 m³/s,
optimaler Betriebspunkt bei Q_A = 19.2 m³/s bei einer Fallhöhe von 4.40 m
- Abflussregime:
November bis Februar: 10 m³/s, Fallhöhe 4.42 m
März/April und September/Oktober: 18 m³/s, Fallhöhe 4.38 m

- Mai bis August: $23 \text{ m}^3/\text{s}$, Fallhöhe 4.28 m
Bei Wehrüberfall ($Q_{\text{Aare}} - 400 \text{ m}^3/\text{s} > \text{Restwasser}$) nimmt die Fallhöhe ab.
- Fallhöhe: $H = 1.90$ bis 4.42 m
 - Max. Leistung Turbine: $P = 0.9 \text{ MW}$
 - Maschinenhaus (LxBxH): ca. $14 \times 10 \times 6 \text{ m}$
 - Energieproduktion: 5.0 GWh

Die Hauptabmessungen des Dotierkraftwerks sind:

- | | |
|---|---------------------|
| - Horizontalrechen Feldgrösse ($2.2 \text{ m} \times 17.5 \text{ m}$) | 38.5 m ² |
| - Breite des Einlaufs (hydr. Kontur) | 7.50 m |
| - Höhe des Einlaufs (hydr. Kontur) | 3.84 m |
| - Breite des Auslaufs (hydr. Kontur) | 6.10 m |
| - Höhe des Auslaufs (hydr. Kontur) | 2.40 m |

4.7.3 Kennwerte Stauhaltung

Der Stauvolumenbetrachtung basiert einem $Q_{347} = 140 \text{ m}^3/\text{s}$ in der Aare. Es wird die ursprünglichen Situation (keine Stauhaltung) mit der jetzigen Zustand verglichen. Der Einfluss der Stauhaltung reicht bis zum WGW Gösigen und der Ballyschwelle.

Es ergeben sich folgende Kennwerte:

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| - Stauhöhe Zentrale | 7.20 bis 4.80 m |
| - Stauhöhe Wehr Schönenwerd | 1.90 bis 4.42 m |
| - Stauvolumen | 1.03 Mio. m ³ |

4.8 Vorgesehene Massnahmen

In Tab. 4.1 sind alle vorgesehenen Massnahmen aufgeführt. Es wird eine Unterteilung der Massnahmen in fünf Gruppen vorgenommen: Technik, HW-Schutz, Umwelt (Ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen), Fischfauna und Nutzung. Je nach geographischer Lage liegen diese Massnahmen in den Abschnitten Stauraum (Oberhalb Wehranlage), in der Alten Aare, Im Bereich Wehranlage/Einlauf OW-Kanal oder bei der Hauptzentrale. Im Folgenden sind die Massnahmen näher beschrieben.

Tab. 4.1: Vorgesehene Massnahmen.

Vorgesehene Massnahmen:		Stauraum (oberhalb Wehranlage)	Wehr und Einlauf OW-Kanal	Alte Aare	OW-Kanal und Grien	Hauptzentrale
T1	Erhöhung Stauziel um 6 cm auf neu 370.60 m ü.M.					
T2	Sanierung Wehranlage					
T3	Neues Dotierkraftwerk mit Horizontalrechen					
T4	Sanierung Böschungen					
T5	Verkürzung Mitteldamm					
T6	Erneuerung und Umbau Zentrale 2					
T7	Umbau Zentrale 1					
H1	Rückversetzter HW-Schutz					
H2	HW-/Schwallentlastungen					
U1	Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen					
U2	Erhöhung Restwassermenge, siehe Restwasserbericht (Beilage 5.3)					
U3	Renaturierung Areal Netzbau					
U4	Lenkungsbauwerk für Geschiebedurchgängigkeit					
U5	Einzelbäume Grien					
U6	Extensivierung Landwirtschaft					
U7	Seitengewässer Grien					
U8	Amphibienteich Grien					
U9	Aufwertung Uferbereich mit Flachwasserzonen					
U10	Naturgebiet (Biberspitz)					
U11	Revitalisierung Erzbach					
U12	Amphibienteich Erzbachpumpwerk					
U13	Abflachen Ufer „Alte Badi“					
F1	Neuer Lebensraum für Fische und Amphibien					
F2	Anpassung Mündung Raugerinne-Beckenpass					
F3	Reduzierung Verletzungsrisiko für Fische durch Erneuerung Tosbecken					
F4	Schwemmgutabzug mit Fischabstieg					
F5	Sohlenschwelle mit Aalabzug					
F6	NW-Rinne im OW-Kanal					
F7	Aufwertung Uferbereich mit Flachwasserzonen					
F8	Gewährleistung der Fischgängigkeit und Schaffung Lebensraum					
F9	Neuer Fischaufstieg linksufrig					
F10	Lockstropfpumpe					
F11	Vorsorgliche Massnahme Aalabstieg					
F12	Neuer Fischaufstieg rechtsufrig					
N1	Attraktivitätssteigerung durch neues Gerinne					
N2	Attraktivitätssteigerung Areal Netzbau					
N3	Attraktivitätssteigerung durch Bestockung					
N4	Extensivierung Landwirtschaft					
N5	Attraktivitätssteigerung Seitengewässer Grien					
N6	Attraktivitätssteigerung Amphibienteich Grien					
N7	Neue Brücke zum Mitteldamm					
N8	Neue Bootsrampe					
N9	Neue Ausstiegshilfe für Schwimmer					
N10	Neue Kahnbahn für Kleinboote					
N11	Lehrplatz "Wasser"					
N12	Verbreiterung Wehrbrücke für Langsamverkehr					

4.8.1 Ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen

Statt der Verbreiterung und Abflachung der Böschung im OW-Kanal (Gesuchsentwurf vom 31.03.2010) werden folgende ökologische Ausgleichs- und Ersatzmass-

nahmen vorgesehen (Plan P.33.000) und sind im Kap. 4.8 beschrieben. Auf die ökologischen Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen wird im UVB (Beilage 4) und in Kap. 4.8 detaillierter eingegangen.

- U1 Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen
- U2 Erhöhung Restwassermenge, siehe Restwasserbericht (Beilage 6)
- U3 Renaturierung Areal Netzbau
- U4 Lenkungsbauwerk für Geschiebedurchgängigkeit (OW-Kanal)
- U5 Einzelbäume/Büsche Grien
- U6 Extensivierung Landwirtschaft Grien
- U7 Seitengewässer Grien
- U8 Amphibienteich Grien
- U9 Aufwertung Uferbereich mit Flachwasserzonen (OW-Kanal)
- U10 Naturgebiet (Biberspitz)
- U11 Revitalisierung Erzbach
- U12 Amphibienteich Erzbachpumpwerk
- U13 Abflachen Ufer „Alte Badi“

4.8.2 Massnahmen zur Aufwertung der Fischdurchgängigkeit

Entsprechend den heute festgestellten Defiziten sind die Massnahmen der Fischdurchgängigkeit im Rahmen der Kraftwerkserneuerung hauptsächlich auf die Gesamterneuerung der Fischaufstiegshilfe (FAH) beim Hauptkraftwerk ausgerichtet. Zudem wird der Fischabstieg beim Dotierkraftwerk geschaffen und ein Umgehungsgerinne im Schönenwerder Schachen gebaut. Weiter führt die Erhöhung des Dotierabflusses in der Alten Aare zu einer Verbesserung der Laichhabitats und Nahrungsgebiete.

Abb. 4.1 ist ein Ausschnitt von Plan-Nr. P.33.000. Es wird die Lage der Massnahmen gezeigt, die im Folgenden kurz dargestellt und in den Kap. 4 und 5 erläutert werden. Weitere Informationen sind der Beilage 3.8 zu entnehmen.

Massnahmen Stauraum (oberhalb Wehranlage)

- Neues naturnahes Umgehungsgerinne im Schönenwerder Schachen mit einer Dotierung von $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (F1, U1, N1).

Massnahmen Alte Aare

- Anpassung Restwasserregime (saisonal), Erhöhung der Restwassermenge der Alten Aare auf minimal $15 \text{ m}^3/\text{s}$ (mittlere minimale Restwassermenge pro Jahr von $20 \text{ m}^3/\text{s}$) (U2).

Massnahmen Wehr – alte und neue Dotierzentrale – Einlauf OW-Kanal

- Erhalt des heutigen, gut funktionierenden rechtsufrigen Raugerinne-Beckenpasses beim Wehr, Anpassung Mündung best. Raugerinne-Beckenpass (F2).
- Wehr: Erneuerung des Tosbeckens und Entfernen von Störkörpern. Durchgehender Wasserkörper zwischen dem Tosbecken und UW (F3).
- Neue Dotierzentrale mit Horizontalrechen und verengtem Stababstand (15 mm), verminderter Anströmgeschwindigkeit, kombinierte Schwemmgutrinne und Fischabstieg mit Sohlenanschluss (F4).

- Ergänzung eines Geschiebeabzugs beim Einlauf OW-Kanal mit Doppelfunktion als Aalabstiegsanlage (F5).

Massnahmen OW-Kanal/Grien

- Die Renaturierung Areal Netzbau u.a. bestehend aus zwei Stillgewässern (U3).
- Nachhaltige Kanalsanierung, so dass auf periodische Kanalabstellung und -entleerung verzichtet werden kann (T4).
- Schaffung einer NW-Rinne in der Sohle als ständig wasserführendes Gerinne im Bauzustand und bei ausserordentlichen Kanalabstellungen (F6).
- Grossflächiges und langsam durchströmtes Seitengewässer im Grien mit Anschluss an den OW-Kanal 1 (U7).
- Schaffung von Flachwasserzonen im Uferbereich und Erhöhung der Ufervariabilität im OW-Kanal 1 (F7, U9).
- Revitalisierung des Erzbachs bis zum Geschiebesammler mit Sohlenanschluss an den OW-Kanal (F8, U11).

Massnahme Hauptzentrale

- Linksufrig neuer Schlitzpass (F9) mit Sohlenanschluss und Lockstrompumpe (F10).
- Vorsorgliche Massnahme Aalabstieg (F11).
- Rechtsufrig neuer Fischpass mit Sohlenanschluss und Lockströmung (F12).

4.8.3 HW-Schutzmassnahmen Stadt Aarau (H1)

Oberhalb vom Wehr Schönenwerd wurden alle HW-Schutzmassnahmen entlang der Konzessionsstrecke durch den Kanton Solothurn geplant und umgesetzt (2010 bis 2012). Die HW-Schutzmassnahmen unterhalb des Wehrs Schönenwerd bis zur unteren Konzessionsgrenze (200 m oberhalb der Strassenbrücke in Aarau) sind in den Plänen Nr. P.33.003, P.33.022 und P.33.023 dargestellt. Massnahmen zur Sicherstellung des HW-Schutzes, die nicht zum Projekt Erneuerung KW Aarau gehören, sind informativ (blau) dargestellt. Auf die HW-/Schwallentlastung wird in Kap. 4.8.8 eingegangen.

HW-Schutz Aarauer Pferderennbahn

Um die Aarauer Pferderennbahn vor HW zu schützen, wird entlang des Waldrandes (zwischen Abschränkung der Rennbahn und Uferweg) eine geringfügige Geländeanpassung ($h < 0.5$ m) vorgenommen. Der grössere Teil der Geländeanpassungen (330 m) kommen in den Kanton Solothurn zu liegen und ist nicht Bestandteil des Projekts. Die 70 m lange Schüttung im Kanton Aargau ist zeitgleich mit den Arbeiten im Kanton Solothurn auszuführen.

Rückversetzter EHQ-Schutz

Das Siedlungsgebiet wird durch einen rückversetzten EHQ-Schutz entlang der Schachenstrasse und dem Allmendweg, der im unteren Bereich in den parallel zur Schiffländestrasse verlaufenden bestehenden Damm übergeht, sichergestellt. Die Auslegung des Damms auf den Wasserstand bei EHQ (bordvoll) entspricht den Schutzzielvorgaben in Kap. 2.5.2. Die Luftseite des Damms geht mit einer Neigung 1:2 in die bestehenden Strassenböschungen über, die Wasserseite läuft mit einer Neigung von 1:8 sehr flach in den weitgehend ebenen Aarauer Schachen aus. Auf

diese Weise wird, in Kombination mit den niedrigen Dammhöhen ($h \leq 1$ m), eine gute Einbindung in das Landschaftsbild erreicht (Abb. 4.2).

Ein parallel zum rechten Aareufer (Restwasserstrecke) verlaufender Schutz auf Niveau WSP HQ₁₀₀ + 0.8 m Freibord hätte zu unverhältnismässig hohen Dammhöhen und umfangreichen Rodungen geführt. Er stünde auch im Widerspruch zu den Forderungen nach einem differenzierten HW-Schutz.



Abb. 4.2: Visualisierung des zurückversetzten Damms (EHQ-Schutz) entlang des Allmendwegs (links) und der Schachenstrasse (rechts)

In das für die Gefahrenkarte entwickelte Modell wurden die projektierten HW-Schutzmassnahmen unter Berücksichtigung der Änderungen durch die Erneuerung der KW Aarau und Rüchlig integriert. Das Modell berücksichtigt alle zwischen den Erneuerungsprojekten und den Kantonen koordinierten HW-Schutzmassnahmen. Wie die 2D-Modellierungsergebnisse mit Massnahmen zeigen (Abb. 4.3), können die heute gefährdeten Siedlungsgebiete durch den zurückversetzten Damm zukünftig wirkungsvoll bis zu einem Extremereignis EHQ geschützt werden. Die Modellierungsergebnisse zeigen auch, dass Vordimensionierung mit Hilfe des 1D-Modells bereits gute Ergebnisse lieferte.

Die Dammkoten liegen im Allgemeinen zwischen 0.1 und 0.2 m über dem Wasserstand bei EHQ. Anpassungen der Dammhöhen anhand der Ergebnisse der 2D-Modellierung mussten lediglich im Bereich des Übergangs Allmendweg – Schiffländestrasse vorgenommen werden. Ansonsten wurden die Dammkoten der Vordimensionierung beibehalten, woraus sich eine geringfügige zusätzliche Sicherheit ergibt.

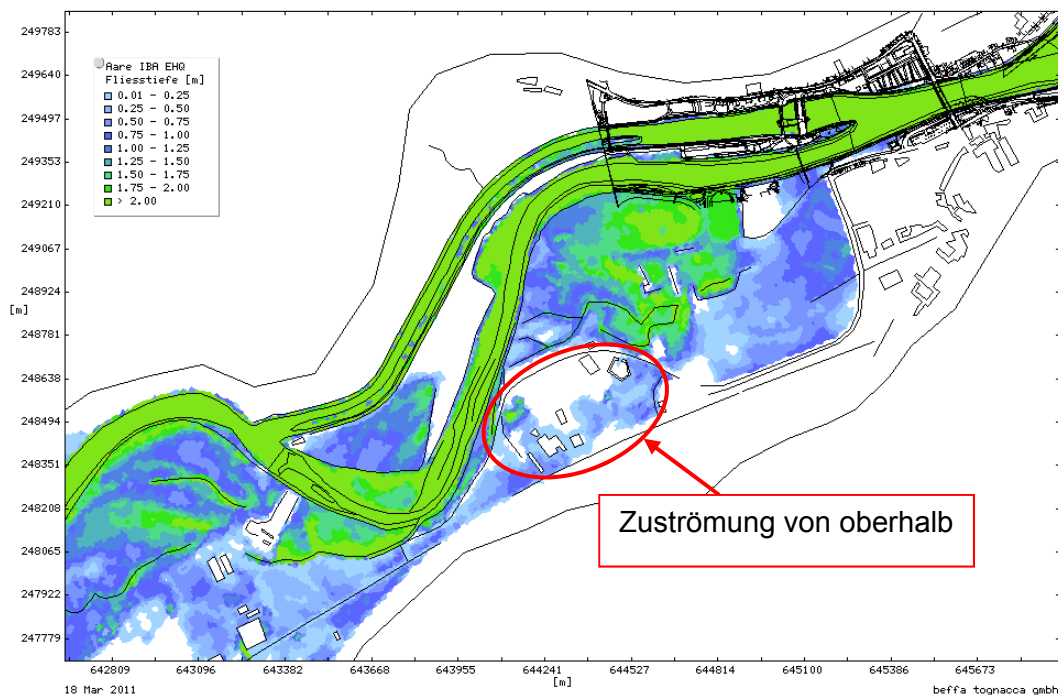


Abb. 4.3: Überflutungstiefen im Aarauer Schachen bei zurückversetztem Damm entlang Schachenstrasse und Allmendweg ($Q = \text{EHQ}$) und erneuerten KW Aarau und Rüchlig; Quelle: C. Beffa, modifiziert.

Mit den geplanten Massnahmen kann der HW-Schutz im Bereich des Aarauer Schachens bis zu einem Extremereignis EHQ wirkungsvoll und unter guter Einbindung in das Landschaftsbild hergestellt werden.

4.8.3.1 Erschliessung

Im HW-Fall müssen die heutigen Zufahrten im Bereich des KW Aarau weiterhin zugänglich sein. Die erforderlichen HW-Schutzmassnahmen bedingen folgende Anpassungen an Wegen und Zufahrtsstrassen:

- Entlang des Wohngebiets Niedergösgen (Aare-km 24.5 - 25.0) kommt der Damm hinter dem Wald zu liegen, so dass der Uferweg weiterhin begehbar ist.
- Bei der Badeanstalt (Aare-km 25.0 - 25.2) sind die für den Zugang notwendigen Öffnungen weiterhin benutzbar. Sie werden entweder als Rampen ausgebildet oder im HW-Fall mittels Dammbalken geschlossen.

4.8.4 Massnahmen Stauraum

4.8.4.1 Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen (U1, F1, N1)

Mit einem neuen Umgehungsgerinne im Schönenwerder Schachen können die Restwassermenge in der Alten Aare erhöht, Fischlebensräume geschaffen und der heutige Schachenwald ökologisch aufgewertet werden (Abb. 4.4, Beispiel Revitalisierung Wildibach). Die Beschickung des neuen Gerinnes erfolgt durch ein Kontrollbauwerk bei Aare-km 25.3. Aufgrund der Topographie kann grösstenteils der vorhandene Gerinneverlauf durch den Schönenwerder Schachen benützt werden. Das neue Gerinne folgt den vorhandenen Mulden (ehemalige Wasserläufe) und mündet unterhalb der angepassten Mündung des bereits bestehenden Raugerinne-Beckenpasses wieder in die Aare. Das Umgehungsgerinne ist unabhängig vom bestehenden Fischaufstieg.

Die Dimensionierung des Umgehungsgerinnes richtet sich nach den festgelegten Zielarten der Fische. Das Gerinne wird so an das OW angebunden, dass es mit $1 \text{ m}^3/\text{s}$ dotiert werden kann. Es wird die Möglichkeit geschaffen, für kurze Zeitperioden auch grössere Wassermengen zu Spülzwecken an das Umgehungsgerinne abzugeben (Schieber beim Einlaufbauwerk). Das neue Gerinne erhält durchgehend eine kiesige Sohle. Die Böschungsneigungen variieren entsprechend der Lage (Aussen- und Innenufer). Die Sohlenbreite liegt zwischen 1.2 bis 4.0 m. Die mittlere Geschwindigkeit bei Mittelwasser ($Q_{\text{MW}} = 1 \text{ m}^3/\text{s}$) beträgt rund 0.5 m/s. Auch im unteren Abschnitt wird die max. mittlere Geschwindigkeit von 0.5 m/s an über 300 Tagen nicht überschritten und Wassertiefen von 0.5 m nicht unterschritten. Zur Überwindung der Höhendifferenz wird das Gewässer im unteren Abschnitt als Raugerinne-Beckenpass ausgebildet. Bei der Detailgestaltung werden eine grosse Strukturvielfalt (Breiten- und Tiefenvariabilität, variable Böschungen, Bermen etc.) und eine natürlich wirkende Ausgestaltung des Gerinnes geschaffen. Die Fallhöhen von Becken zu Becken betragen 0.12 m. Die Sohle des Gerinnes ist beim Ein- und Auslauf an die Sohle der Aare angebunden.

Die Schaffung eines Gewässers im ursprünglichen Auengebiet der Aare hat sich an anderenorts bewährt, z.B. am Wildibach (Abb. 4.4). Das Projekt führte sowohl zu einer ökologischen Verbesserung wie auch zu einer Attraktivitätssteigerung (Boller, H. & Würmli, D. (2004): Sukzession der Fischfauna in einem neu geschaffenen Seitengerinne der Aare am Beispiel des Wildibachs. Diplomarbeit, Abteilung für Umweltwissenschaften der ETH Zürich.)

Das geplante Umgehungsgerinne im Schönenwerder Schachen ist im Plan Nr. P.33.041 dargestellt.



Abb. 4.4: Revitalisierung Wildibach.

4.8.5 Massnahmen Alte Aare

4.8.5.1 Erhöhung Restwassermenge (U2)

Siehe Restwasserbericht (Beilage 6).

4.8.6 Massnahmen Wehranlage, Einlauf OW-Kanal und Dotierkraftwerk

Im Einlaufbereich des OW-Kanals sind ein Lenkungsbauwerk und eine Sohlenschwelle zur Lenkung des Geschiebetriebes vorgesehen. Im Zuge der weiteren Projektierung müssen diese noch näher ausgelegt und allenfalls mit Hilfe eines Modellversuchs bemessen werden.

Aufgrund der zukünftig erforderlichen Erhöhung der Restwassermenge ist der Ersatz der bestehenden Dotierkraftwerke durch eine neue Dotierzentrale rechtsufrig des Stauwehrs geplant. Die geplante rechtsufrige Dotierzentrale ist in den Plänen Nr. P.33.044 und P.33.045 dargestellt.

4.8.6.1 Erhöhung Stauziel (T1)

Mit der Erhöhung des Stauziels steigt bei Nieder- und Mittelwasserabflüssen der Wasserstand im Stauraum um einen Betrag an, der immer unter der Stauzielerhöhung liegt. D.h. der Anstieg des Wasserspiegels beträgt im Maximum 6 cm und nimmt vom Wehr in Richtung OW stetig ab (Abb. 4.5). Bei mittleren Abflüssen zwischen 280 m³/s bis 420 m³/s ist bei der Brücke Schönenwerd (km 24+350) kaum mehr ein Einfluss der Stauzielerhöhung feststellbar (≤ 1.5 cm), bei NW-Abflüssen reicht der Einfluss über die obere Konzessionsgrenze (240 m oberhalb der Strassenbrücke in Schönenwerd) hinaus (Abb. 4.6), was eine Vereinbarung mit dem Oberlieger WKW Gösgen notwendig macht. Die Auswirkung der Stauzielerhöhung auf die Strömungsgeschwindigkeit und die Gewässerlebensräume ist vernachlässigbar. Uferlinien, Uferlebensräume (Ufervegetation) und die bisherigen Wasserstandschwankungen in der Aare werden nicht verändert. Ebenso wird der Wald und die landwirtschaftliche Nutzung nicht beeinträchtigt. Der Einfluss auf das Grundwasser ist gering. Die HW-Sicherheit wird durch die Erhöhung nicht beeinflusst. Auf den Einfluss der Stauzielerhöhung auf die Energieproduktion wird in Kap. 7 eingegangen.

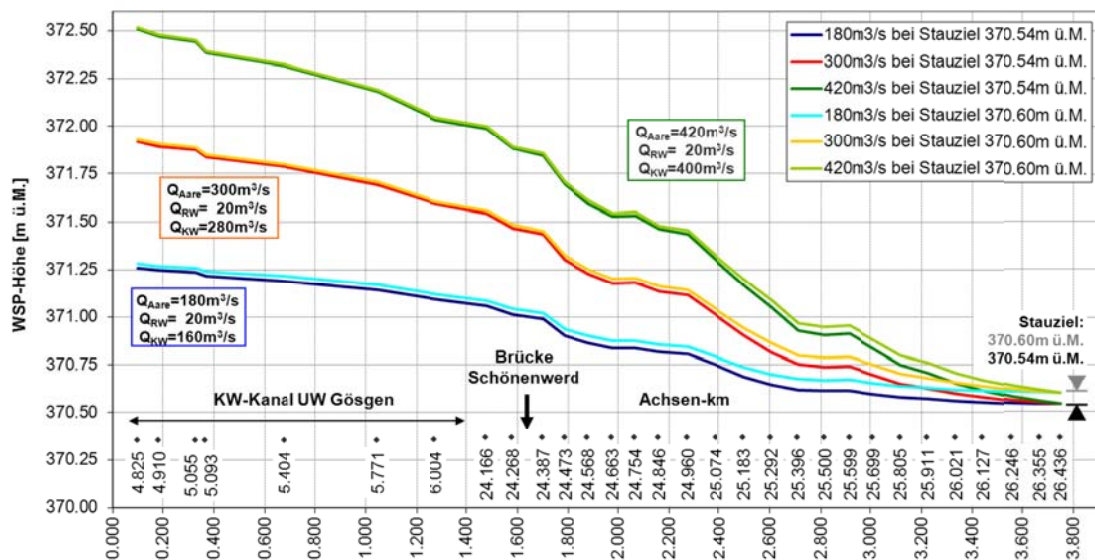


Abb. 4.5: Auswirkung der Stauzielerhöhung um 6 cm im Stauraum des KW Aarau.

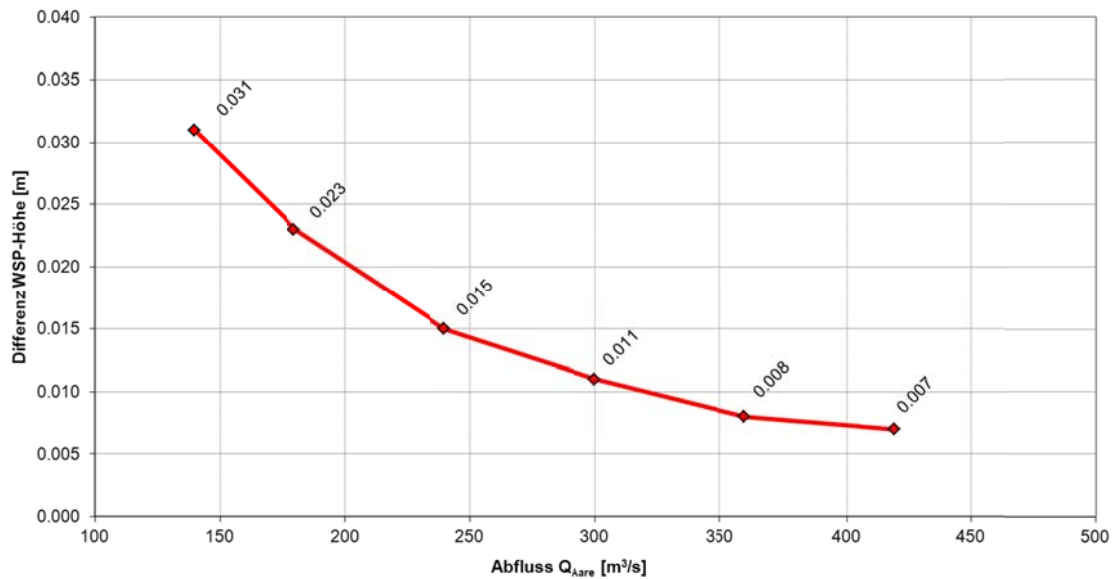


Abb. 4.6: Anstieg des Wasserspiegels beim KW Gösgen durch Stauzielerrhöhung auf 370.60 m ü.M..

4.8.6.2 Sanierung der Wehranlage (T2)

Die heutige HW-Ableitkapazität der Wehranlage ist je nach Kanalwassermenge (KW-Betrieb respektive Schwallentlastung) gerade ausreichend. Derzeit ist die Abflusskapazität bereits bei $HQ = 1'200 \text{ m}^3/\text{s}$ mit n Öffnungen inkl. Freibord bzw. $1'400 \text{ m}^3/\text{s}$ ohne Freibord erschöpft. Eine Gesamterneuerung des Wehrs ist zurzeit nicht notwendig. Aufgrund des guten Anlagenzustandes der baulichen Anlagen und Stahlwasserbauten sowie der guten HW-Ableitkapazität ist eine Wehrsanierung zurzeit nicht vordringlich. Sie kann zurückgestellt und in einer späteren, zweiten Etappe realisiert werden. Die Wehrsanierung umfasst dabei die Optimierung des Wehrrückens und die Sanierung des Tosbeckens.

Die Sanierungsmassnahmen sind in den Plänen Nr. P.33.042 und 043 dargestellt.

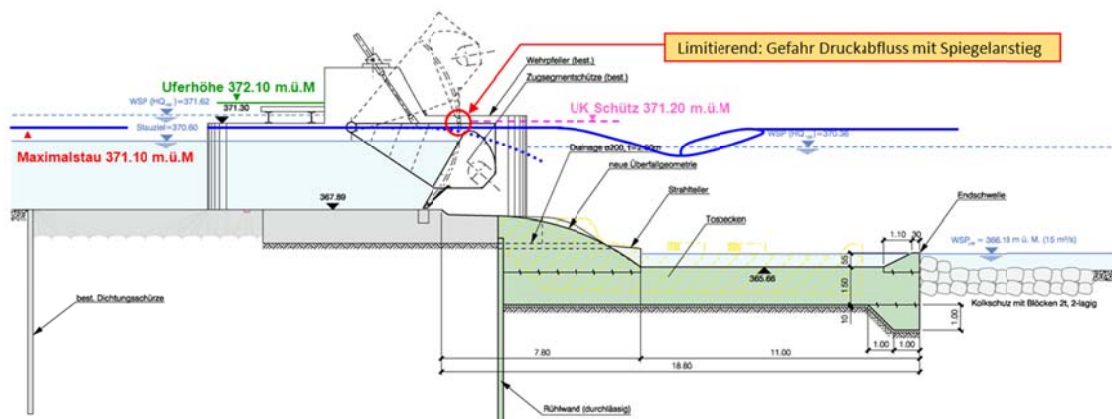


Abb. 4.7: Schnitt durch die heutige Wehranlage mit den Zugsegmentschützen.

Gemäss dem Konzept für die HW-Sicherheit, unter Berücksichtigung der im Herbst 2008 durch den Kanton Aargau erstellten Gefahrenkarte, soll die Wehranlage des

KW Aarau zukünftig ein $HQ_{100, \text{neu}} = 1'400 \text{ m}^3/\text{s}$ mit Freibord bzw. ein $HQ_{1000, \text{neu}} = 1'700 \text{ m}^3/\text{s}$ ohne Freibord bei n-1 respektive n geöffneten Wehrfeldern schadlos abführen können.

Um ein "Zuschlagen" auch zukünftig zu vermeiden, sollen die Ausrundung des Wehrrückens verbessert und die Wehrkrone in Richtung OW etwa 1 m vom unterströmigen Ende der Wehrpfeiler verschoben werden.

Der derzeitige Wehrrücken kann als breitkronig waagrecht mit ausgerundeten Kanten angesehen werden. Der Überfallbeiwert μ entspricht bei vollkommenem Überfall und geringer Anströmgeschwindigkeit einem Wert von etwa $\mu = 0.55$. Durch die vorgesehene Ausrundung gemäss der Wurfparabel lassen sich ein Überfallbeiwert von $\mu = 0.577$ erzielen und damit die Abflusskapazität der Wehranlage steigern. Jedoch ist hier nicht nur das Steigern der Abflusskapazität von Interesse, sondern auch das Verhindern von Unterdrücken auf dem Wehrrücken durch die neue Ausrundung gemäss der Wurfparabel. Eine Ausbildung gemäss Standardprofil ist im vorliegenden Fall nicht möglich, da oberwasserseitig kein beruhigendes Becken vorhanden ist, welches dafür sorgt, dass das Wehr mit geringen Geschwindigkeiten angeströmt wird. Bei den herrschenden Geschwindigkeiten von bis zu 5.5 m/s für einen Abfluss über das Wehr von $1'400 \text{ m}^3/\text{s}$ würde sich der Wasserstrahl vom Wehrrücken ablösen und beträchtliche Unterdrücke verursachen.

Durch die vorgesehene Verlagerung der Wehrkrone zwischen die Wehrpfeiler liegt die Unterkante der geöffneten Zugsegmente zukünftig im Bereich der Absenkkurve des Wehrs. Unter dem Zugsegment stellt sich eine verringerte Fliesstiefe ein, die Gefahr des "Zuschlagens" nimmt weiter ab.

Die Optimierung des Wehrrückens garantiert zukünftig die HW-Sicherheit und die Dauerhaftigkeit. Eine Gesamterneuerung des Wehrs erweist sich somit dank der weiteren Massnahmen zur Verbesserung der Schwallentlastung im Bereich der Zentrale Aarau als nicht notwendig. Mit einer lichten Breite von 20 m ist zudem die Wehranlage im _Hochwasserfall bei gezogenen Schützen nicht verklausungsfährdet.

4.8.6.3 Anpassung Mündung bestehender Raugerinne-Beckenpass (F2)

Der Mündungsbereich des bestehenden rechtsufrigen Raugerinne-Beckenpasses (beim Heberkraftwerk) muss infolge des neuen Dotierkraftwerks angepasst werden. Der Auslauf des Fischpasses ist am Unterwasserbereich des Dotierkraftwerks anzuschliessen. Der Einlauf unterhalb des Auslaufs des Dotierkraftwerks wird mit einer effizienten Lockströmung für Fische gestaltet. Das neue Umgehungsgerinne im Schönenwerder Schachen mündet unterhalb des bestehenden Fischpasses in die Aare.

4.8.6.4 Erneuerung Tosbecken (F3)

Das Tosbecken bei der Wehranlage soll aufgrund von Verschleisserscheinungen, insbesondere an den vorhandenen Störkörpern, saniert und optimiert werden.

Für die Dimensionierung von Tosbecken ist der maximal auftretende Abfluss ausschlaggebend, bei dem die Unterwassertiefe h_u kleiner als die konjugierte Tiefe h_2 ist. Dies ist beim KW Aarau bei einem Stauziel von 370.60 m ü.M. bis zu einem Wehrabfluss $Q_{B, TB} \approx 250 \text{ m}^3/\text{s}$ der Fall. Bei grösseren Abflüssen steigt die Unterwassertiefe stark an ($h_u > h_2$). Die daraus resultierende Stützkraft reicht aus, um den Wechselsprung im Tosbecken zu halten. Die Strömungsverhältnisse im Tosbecken sind beim Bemessungsabfluss $Q_{B, TB}$ durch eine niedrige Froude-Zahl ($Fr_1 = 3.6$) gekennzeich-

net. Es tritt ein oszillierender Wechselsprung ($Fr_1 = 2.5 \div 4.5$) auf, der durch hohe aperiodische Wellen gekennzeichnet ist. Zur Beherrschung dieses Wechselsprungs ist der Tosbeckentyp IV des United States Bureau of Reclamation (USBR) am besten geeignet. Dieser Typ ist durch Strahlteiler auf dem Wehrrücken und eine durchgängige Endschwelle gekennzeichnet. Mit diesem Tosbeckentyp kann sichergestellt werden, dass die Energieumwandlung räumlich durch einen Wechselsprung auf das Tosbecken konzentriert wird. Die HW-Menge ist nach Verlassen des Beckens so weit beruhigt, dass im UW strömender Abfluss auftritt und folglich hohe Wellen, starke Turbulenzen und Erosionen ausbleiben.

Die Dimensionierung entsprechend dem USBR-Ansatz für den Typ IV liefert ähnliche Abmessungen wie die des vorhandenen Tosbeckens. Bei ausreichender Materialqualität können folglich trotz Optimierung grosse Teile des Bestands erhalten bleiben. Lediglich die Störkörper und die Endschwelle sind zu entfernen, und die vorhandene Sohle ist um 0.4 m abzusenken.

Durch die Erneuerung des Tosbeckens wird sichergestellt, dass auch bei tiefem Wasserstand immer noch eine ausreichende Wassertiefe besteht, damit die Gewässerlebewesen vom Tosbecken ins UW abwandern können. Neben der Verbindung von Tosbecken und UW wird auch die Anbindung des Dotierkraftwerks ans UW sichergestellt.

Die Sanierungsmassnahmen sind in den Plänen Nr. P.33.042 und 043 dargestellt.

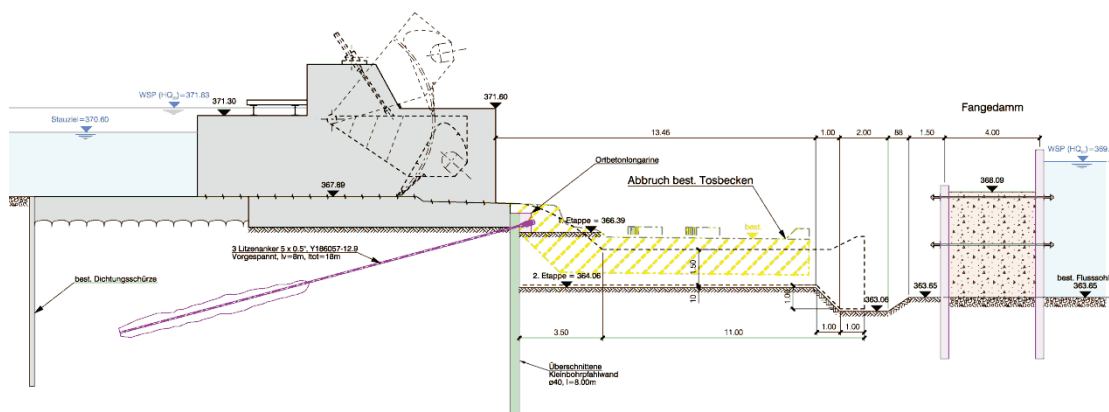


Abb. 4.8: Schnitt durch die heutige Wehranlage mit den Zugsegmentenschützen und den vorgeschlagenen Sanierungsmassnahmen mit Absenkung der Wehrsohle und einem tiefer gelegten Tosbecken.

Statische Nachweise Wehranlage und Bemessung Tosbecken

Im Rahmen des Bauprojekts wurden für die Wehranlage Schönenwerd die notwendigen statische Berechnungen für den Nachweis der Wehrstabilität während Bau und Betrieb der Anlage durchgeführt. Gleichzeitig erfolgte für wichtige tragende Teile die Überprüfung der inneren Tragsicherheit.

Als Grundlage für die statische Berechnung wurde die verschiedenen Bemessungssituationen dargestellt. Die erforderlichen Nachweise und Berechnungen sind in Beilage 3.7 zusammengestellt.

Betrachtet wurden folgende Bemessungssituationen:

- Bauzustand: Arbeit in 2 Wehrfeldern, Normalstau 370.60 m ü.M.
- Bauzustand: Arbeit in 2 Wehrfeldern, HW HQ₂₀
- Endzustand: Betrieb, Wehr geschlossen, Normalstau 370.60 m ü.M.
- Endzustand: HW HQ₁₀₀, ein Wehrfeld geschlossen (n-1)
- Endzustand: Erdbeben, Normalstau 370.60 m ü.M.

Grundlage waren neben den SIA Normen, die Richtlinien des BFE, namentlich der Bericht "Sicherheit der Stauanlagen, Basisdokument zur konstruktiven Sicherheit" inkl. der zugehörigen weiteren Berichte.

Nachfolgend sind die Resultate der statischen Überprüfung und die konstruktiven Massnahmen aus der Bemessung erläutert:

Bauzustand

Für den Aushub des neuen Tosbeckens müssen die Wehrpfeiler zurückverankert und die Fundamente mit einer überschnittenen Kleinbohrpfahlwand unterfangen werden. Die Rückverankerung erfolgt mit jeweils drei vorgespannten Litzenankern, die fächerförmig unter den Wehrpfeiler gebohrt werden. Im kiesigen Untergrund gehen wird von einer erforderlichen Verankerungslänge von ca. 8 m ausgegangen. Die Litzenanker sind provisorisch und werden im Endzustand ohne statische Funktion im Boden belassen. Die Kleinbohrpfähle können bei vollständig geschlossenem Wehr von einem geschütteten Bohrplanum aus erstellt werden. Diese Arbeit erfolgt vor der eigentlichen Wehrsanierung im Winter bei Niedrigwasser.

Im Wehrfeld erfolgt der Aushub für das Tosbecken im Schutz einer Rühlwand. Dazu werden durch den bestehenden Wehrboden Bohrungen erstellt, durch die anschliessend HEB-Träger eingerammt werden können. Der Zwischenraum wird mit Spritzbeton ausgefacht. Für die Inspektion der Zugsegmentschützen und die Bauarbeiten am Wehr muss das Wehr mit Nadeln verschlossen werden. Dieser Abschluss ist mit schlanken Spundwandprofilen vorgesehen, die vom bestehenden Wehrsteg aus in die bestehende Sohlnut versetzt werden. Zur Reduktion des Sohldrucks unter dem Wehrboden während dieser Bauphase, werden hinter dem Nadelverschluss Kleinfilterbrunnen durch die bestehende Betonplatte erstellt. Die Löcher im Wehrboden müssen nach Bauende wieder vergossen werden, um keinen unerwünschten Druckaufbau unter dem Wehr zu erzeugen. Mit dieser Konstruktion kann ein Baustellen-HW entsprechend einem HQ₂₀ schadlos abgeführt werden.

Endzustand

Mit der gewählten Tosbeckengeometrie werden die Nachweise der Standsicherheit (Aufschwimmen und Kippen) sowie der Gleitnachweis für die oben genannten Bemessungssituationen erfüllt. Die Bauwerksfuge zwischen dem bestehendem Wehr und dem neuen Wehrrücken mit Tosbecken wird als Momentengelenk ausgebildet. Übertragen werden Horizontal- und Vertikalkräfte vom Wehr an das Tosbecken. Die Kraftübertragung erfolgt direkt über den Kontakt Beton - Beton, allenfalls werden Schubnocken erstellt oder Dorne eingebohrt. Der alte Beton wird aufgeraut und das neue Bauwerk direkt anbetoniert. Eine Fugenabdichtung oder eine Trenneinlage sind nicht vorgesehen. An dieser Bauwerksfuge wird zusätzlich eine Drainage vorgesehen, die den Sohldruck auf das Niveau 366.59 m ü.M. bzw. auf den UW-Pegel entspannt. Dies erfolgt mit durch den Wehrrücken geführten Ablaufrohren. Am Ende des Tosbeckens wird eine Fundamentvertiefung erstellt. Diese schützt die Konstruktion vor Unterspülung bei Kolkbildung nach dem Tosbecken.

4.8.6.5 Neue Dotierzentrale mit Horizontalrechen (T3) und Schwemmgutabzug mit Fischabstieg (F4)

Die bestehenden Dotierzentralen beidseitig der Wehranlagen dotieren die Alte Aare zurzeit mit einer Restwassermenge von rund 10 m³/s (linksufrige Dotierzentrale, 1959: 5 m³/s, rechtsufrige Dotierzentrale, Heberkraftwerk, 2005: 4.4 m³/s, Fischpass rechtsufrig 0.6 m³/s). Mit der Erneuerung des Kraftwerks wird die gesetzlich vorgeschriebene minimale Restwassermenge nicht nur eingehalten, sondern praktisch verdoppelt (siehe Restwasserbericht, 3. Beilage UVB).

Die beiden heutigen Dotierzentralen werden ausser Betrieb gesetzt. Damit entfällt die Lockströmung ohne Aufstiegshilfe am linken Ufer. Die Fischwanderung wird mittels der Lockströmung des neuen Dotierkraftwerks und des Umgehungsgerinnes über das rechte Ufer gelenkt.

Das neue Dotierwasserkraftwerk wird für einen Abflussbereich von 10 bis 23 m³/s ausgebaut. Als Maschinentyp erweist sich bei den vorhandenen Gefälls- und Platzverhältnissen eine vertikalachsige, doppelregulierte Compact Kaplan Turbine als vorteilhaft und wirtschaftlich optimal. Bei diesem Maschinentyp kommt ein fertig montiertes Generatoraggregat mit integriertem Getriebe oder ein direkt gekoppelter, langsam laufender Generator zur Anwendung. Der Laufraddurchmesser beträgt 2'150 mm.

Zur Verringerung der Fischmortalität bei absteigenden Fischen durch die neue Dotierturbine werden im Einlaufbereich ein Horizontalrechen mit einem Stababstand von 15 mm und einer Anströmgeschwindigkeit von < 0.5 m/s erstellt. An der Stelle des heutigen Heberkraftwerks wird ein Schwemmgutabzug mit einer Fischabstiegshilfe (FAH) gebaut. Der Wasserabfluss wird durch ein Stemmtor reguliert.

Eine Tauchwand und ein Horizontalrechen vor dem Einlauf des neuen Dotierkraftwerks verhindern das Eindringen von grösserem Treibgut. Da der grössere Teil des Aarewassers zum Hauptwerk fliesst, dürfte der Schwemmgutanfall bei der Dotieranlage jedoch relativ bescheiden sein. Das anfallende Rechengut wird über eine Rechenreinigungsmaschine in den Schwemmgutabzugskanal geleitet und dem UW zugeführt.

Die neue Dotierzentrale wird ab Oktober 2017 gegen Ende der Erneuerung der Zentrale 2 gebaut. Die technischen Daten des neuen Dotierkraftwerks sind in Kap. 4.7 zu finden.

Bauzustand

Die Einlauframpe besteht aus Ortbeton, erstreckt sich vom Horizontalrechen bis zur Maschinengruppe und beinhaltet die Nut für einen Nadelverschluss. Der Übergang zwischen dem rechteckigen Einlaufquerschnitt und dem runden Turbineneinlauf erfolgt im Einlaufbereich mittels einer speziellen Schalung. Dieser Übergangsbereich wird in Beton ausgeführt. Im Saugrohr, welches eine Länge von 11.55 m ab Laufradachse hat, erfolgt der Übergang zwischen dem runden Turbinenauslauf und dem rechteckigen Auslauf ins UW. Das Saugrohr wird, ausser in den ersten Metern nach dem Laufrad, aus Beton ausgeführt. Die Auslauframpen vom Ende der Saugrohre bis zur bestehenden Aaresohle werden mit vorfabrizierten Betonelementen oder eventuell mit Blöcken ausgeführt.

Endzustand

Im Maschinenhaus ist im Erdgeschoss Platz für die elektromechanischen Einrichtungen vorzusehen. Im Revisionsfall lässt sich der Nassbereich der Maschine mit Dammbalken trockenlegen.

Der Zutritt zur Dotierzentrale erfolgt ab der heutigen Wehrbrücke. Die Zufahrt wird über den heutigen Zufahrtsweg durch den Schönenwerder Schachen sichergestellt. Die Zugänge zur Wehrbrücke der bestehenden Anlage auf dem linken Aareufer bleiben weiterhin gewährleistet.

4.8.6.6 Lenkungsbauwerk für Geschiebedurchgängigkeit (U4)

Der Einlaufbereich in den OW-Kanal soll zur Verringerung des Geschiebeeintrags umgestaltet werden. Wie neuere Untersuchungen (Tan et al., 2005) zeigen, stellen einfache Leitelemente (Abb. 4.13) eine effektive Methode zur Geschiebelenkung dar. Das Geschiebe kann bei einem Anströmungswinkel von 30° und einer Elementhöhe von etwa der zwei- bis dreifachen Sohlenformhöhe am besten abgelenkt werden. Bei zu hohen Elementen kommt der Geschiebetrieb durch die Rückstauwirkung lokal zu erliegen, und die Wirkung lässt nach.

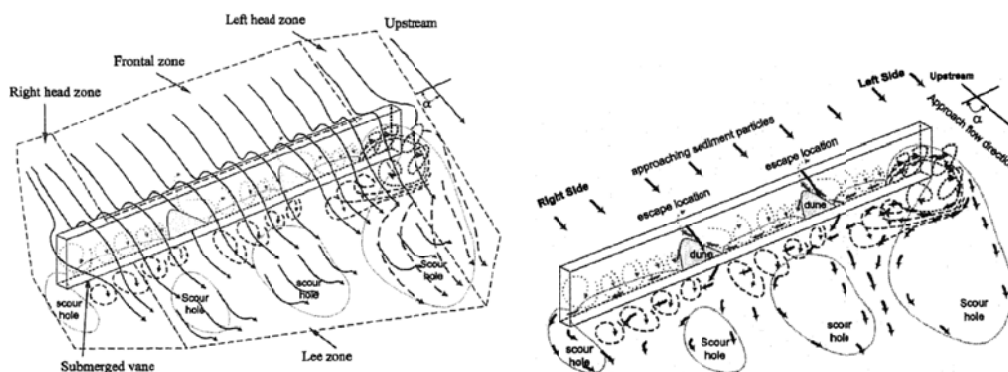


Abb. 4.9: Lokale Fließstrukturen (links) und Geschiebepfade (rechts) an einem überströmten Leitelement (aus: Tan et al., 2005).

Um das Geschiebe in den Bereich des Wehrs zu lenken, wo es bei Öffnung der Verschlussorgane weggespült werden soll, wurden am rechten Rand des Kurvenkolks oberhalb des OW-Kanals vier Spundwand-Leitelemente (Höhe ca. 1 m über der lokalen Sohle) mit einer Länge zwischen 15 und 20 m angeordnet. Da der grösste Teil des Geschiebetransports in Krümmungen entlang des Kolkrands stattfindet, wird trotz der kurzen Elemente ein grosser Teil des Geschiebes erfasst.

4.8.6.7 Umbau Stetswasser-Turbinenanlage und Sohlenschwelle mit Aalabzug (F5)

Die alte Dotieranlage zwischen OW-Kanal und der Alten Aare wird umgebaut. Die heutigen Zentralen- und Lagergebäude werden umgenutzt. Die elektromechanischen Anlagenteile werden entfernt und es wird ein Schieber am Ende des Saugrohrs eingebaut. Eine schräg zur Kanalachse liegende, rund 1.0 m hohe Schwelle vor dem Einlauf in den OW-Kanal reduziert den Geschiebeeintrag in den OW- dadurch, dass bei geöffnetem Schieber Geschiebe mittels einer Drallströmung in die Alte Aare gespült werden kann (Wirbelrohrabzug). Zu Zeiten der Aalwanderung kann die Öffnung als

Aalabstieg dienen. Die Funktionalität des Aalabstiegs wird mittels Monitoring beurteilt. Die Massnahmen dazu im Plan Nr. P.33.046 dargestellt.

4.8.7 Massnahmen OW-Kanal/Grien

4.8.7.1 Sanierung Böschung (T4)

Die Sanierung der Böschungen im OW-Kanal ist in Form einer Reprofilierung mit Spritzbeton und Armierungsnetz vorgesehen. Zur Bauausführung bedarf es eines entleerten Kanals (Beschreibung des Bauablaufs siehe Kap. 5.1.3.1). Mit der Sanierung der OW-Kanäle kann das Intervall der Kanalabstellungen signifikant erhöht werden (von 10 auf 20 und mehr Jahre).

4.8.7.2 Verkürzung Mitteldamm (T5) und Bau einer NW-Rinne (F6)

Die obere Hälfte des Mitteldamms (km 2+600 bis 1+850) wird entfernt (Abb. 4.10). Während der Aushubarbeiten ist der OW-Kanal ausser Betrieb (Kap. 5.1.3.1). Im Bereich des Mitteldamms wird eine NW-Rinne von rund 1 m Tiefe ausgebildet. Wo der Mitteldamm erhalten bleibt, wird die Rinne im OW-Kanal 2 weitergeführt.

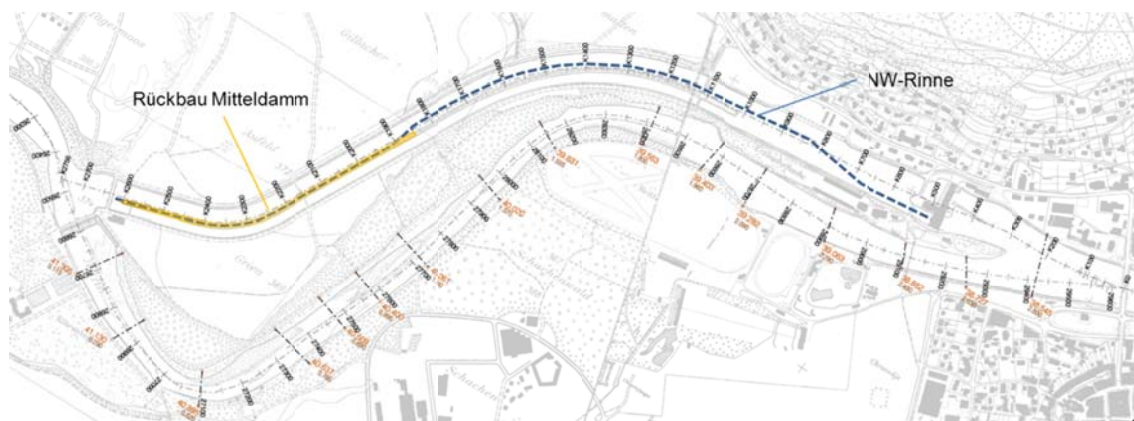


Abb. 4.10: Situation OW-Kanal (Verkürzung Mitteldamm und NW-Rinne).

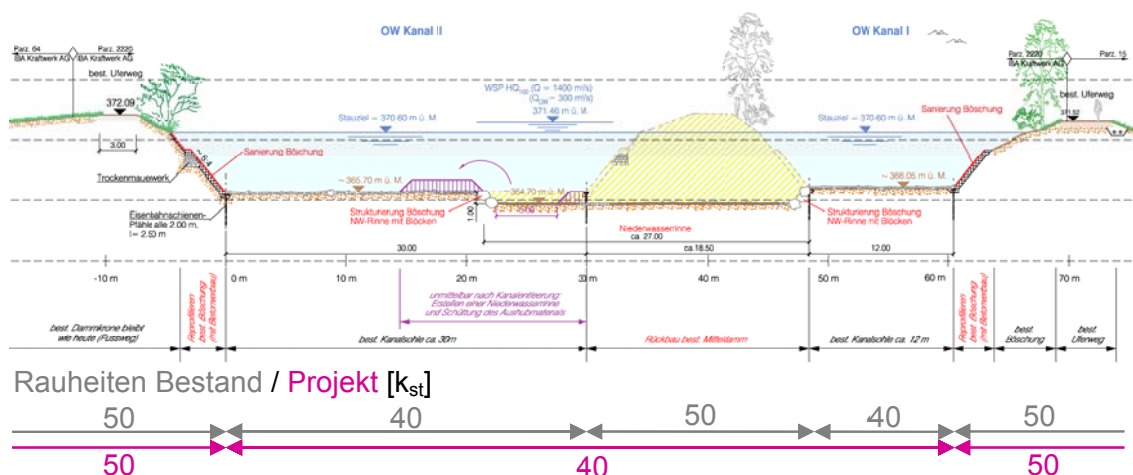


Abb. 4.11: Querprofil km 2+100 mit entferntem Mitteldamm und Rauheiten (k_{st}).

Der Mitteldamm oberhalb der Zentrale wurde bei der Erneuerung der Zentrale 1 in den Fünfzigerjahren auf einer Länge von rund 400 m teilweise rückgebaut. Wie in Abb.

4.12 während der Kanalentleerung im Jahr 2009 gut zu erkennen ist, umfasste der Rückbau hauptsächlich nur den oberen Teil des Mitteldamms. Zur Verbesserung der Anströmung und zur Reduktion der Reibungsverluste bietet sich im Zuge der Verkürzung des Mitteldamms die Entfernung des ungenügend rückgebauten Mitteldamms an. Zur Strukturierung der Sohle wird ein Riff aus Blöcken eingebracht (Abb. 4.13).

Auf den Einfluss der Querschnittveränderung im OW-Kanal auf die Energieproduktion wird in Kap. 7 eingegangen.



Abb. 4.12: Ungenügend rückgebauter Mitteldamm (Kanalentleerung Okt. 2009).

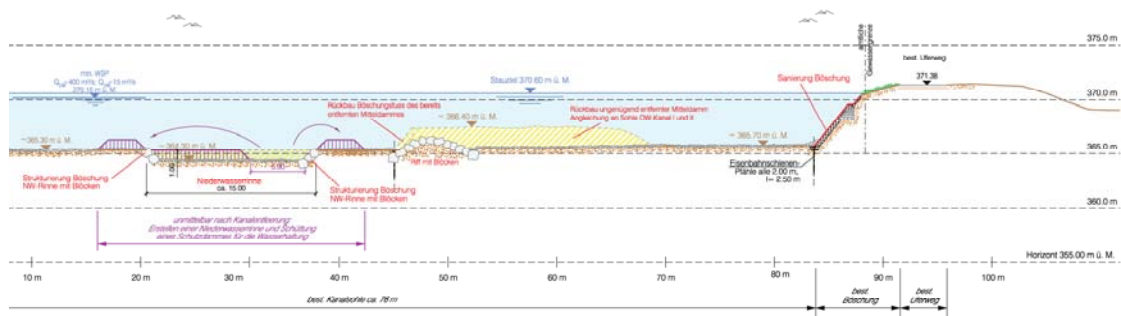


Abb. 4.13: Querprofil km 0+859 mit ungenügend entferntem Mitteldamm.

4.8.7.3 Renaturierung Areal Netzbau (U3, N2 und N11)

Die vorhandenen Gebäude und Plätze auf dem Areal Netzbau werden rückgebaut und entsorgt. Das Terrain wird aufgeschüttet und so gestaltet, dass im westlichen Teil Stillgewässer mit Riedpflanzen für Amphibien und Libellen entstehen. Die Tümpel können mit einer regulierten Zuleitung von Wasser aus dem OW-Kanal gespeist werden. Zur Förderung der Riedpflanzen kann der Wasserspiegel im Frühjahr etwas erhöht und im Herbst/Winter abgesenkt werden. Der an die Entwicklung angepasste Unterhalt (Mahd der Riedflächen, Waldrandpflege) garantiert die Struk-

tur- und Artenvielfalt in diesem Naturteil. Besuchern werden Einblick- und Beobachtungsmöglichkeiten in die Tümpellandschaft gewährt. Das Gebiet soll nicht betreten werden (ausser für Unterhalt). Der bestehende Fussweg (Wanderweg) entlang der Aare und die Ufervegetation bleiben erhalten.

Im Osten grenzt die neue Kahnbahn den Naturteil ab. Ersatzflächen für die notwendige Rodung (Wald, Ufervegetation) werden im Naturteil zur Verfügung gestellt.

Östlich von der Kahnbahn wird ein flaches Gewässer, gespeist aus dem OW-Kanal, als Lehrplatz „Wasser“ und eine entsprechende Infrastruktur geschaffen. Der Bereich steht der öffentlichen Nutzung (Erlebnismöglichkeiten, Wissensvermittlung) zur Verfügung. Er umfasst neben dem Gewässer einen Pavillon, mit einem Restaurant, welches einen grosszügigen Gartenbereich und eine Gaststube umfasst. Das Angebot richtet sich an die Besucher des Naherholungsgebiets Aare (Spaziergänger, Velofahrer, Besucher des Wasserspielplatzes etc.). Die Toilettenanlage im Untergeschoss ist während der Betriebszeiten des Restaurants direkt von aussen für alle Besucher zugänglich.

Für die Gestaltung des Pavillons und die Integration in die Landschaft werden ein Architekt und ein Landschaftsarchitekt beigezogen. Der Unterhalt und der Betrieb werden durch die IBAAarau geregelt (Anleitung, Aufsicht, Integration in Führungen). Eine Zusammenarbeit mit weiteren Partnern ist vorgesehen.

Im Zusammenhang mit der Renaturierung Netzbau und dem Umbau des Kraftwerkes wird der stark genutzte und öffentlich zugängliche Inselfspitz im Rahmen der bisherigen Nutzungen zeitgemäss erneuert (modernisiert). Vorgesehen sind Unterhalts- und Gestaltungsmaßnahmen zur Schaffung von mehr Licht, Sichtachsen und eine Steigerung der Attraktivität, unter Berücksichtigung der planerischen und räumlichen Gegebenheiten. Die Gestaltungsvorschläge werden durch einen Landschaftsarchitekten in Zusammenarbeit mit der Stadtplanung Aarau erarbeitet und umgesetzt.

4.8.7.4 Einzelbäume/Büsche Griens (U5, N3)

Im Bereich des Griens werden am rechten Kanalufer auf einem 4 m breiten Streifen Einzelbäume und Büsche gepflanzt. Durch die Strukturierung der Landschaft und den Schattenwurf wird die Attraktivität des Griens für Erholungssuchende gesteigert. Parallel zum bestehenden Uferweg wird ein Reitweg mit Naturboden angelegt.

4.8.7.5 Extensivierung Landwirtschaft Griens (U6, N4)

Das bisher intensiv landwirtschaftlich genutzte Gebiet im Griens wird extensiviert (keine Düngung, angepasster Schnitt). Dadurch wird die Artenvielfalt im Gewässerraum gefördert und der Lebensraum für verschiedene Kleintiere aufgewertet. Der Unterhalt der Grünflächen und Ufergehölze erfolgt naturnah. Entlang der angrenzenden Waldreservate wird ein gestufter Waldrand gepflegt.

Das Gebiet wird regelmässig auf das Vorhandensein von Neophyten kontrolliert. Es erfolgt eine rasche Beseitigung von unerwünschten Pflanzen.

Die deutliche und grossflächige ökologische Aufwertung führt auch zu einer Attraktivitätssteigerung für Erholungssuchende.

4.8.7.6 Seitengewässer im Grien (U7, N5)

Im Grien wird ein langsam durchströmtes Seitengewässer mit Speisung aus Kanal 1 und Abfluss in Kanal 1 erstellt. Die Anbindung an den Kanal 1 ermöglicht den Zugang für Fische und andere Wasserlebewesen. Der bestehende Uferweg wird durchbrochen und mit zwei Brücken versehen.

Das Seitengewässer wird für Erholungssuchende attraktiv gestaltet. Vorgesehen ist die Gestaltung eines Uferbereiches für Beobachtungen. Eine Plattform über der Wasserfläche lädt zum Naturerlebnis ein. Das restliche Ufer wird naturgerecht bestockt und unterhalten.

Die Fläche des Seitengewässers beträgt rund 70 Aren. Er wird auf der Parzelle 15 erstellt (146 Aren). Im südwestlichen Bereich wird eine Flachwasserzone ausgebildet. Das Ufer wird flach gestaltet und mit einer zum Wald hin ansteigenden Steilböschung versehen. Eine Abdichtung des Seitengewässers ist nicht vorgesehen.

Das Seitengewässer beansprucht Landwirtschaftsland. Dieses liegt, im Gegensatz zum Land im Grien, auf einer Fläche, die früher aufgeschüttet wurde. Der ausgehobene Oberboden wird als Terrainverbesserung wiederverwendet.

Diese Massnahme wertet die Gewässer- und Uferlebensräume im Anschluss an das Waldreservat auf. Der Weiher kann als Amphibienlaichgebiet dienen und verbessert den Lebensraum für Fische und diverse Kleintierarten. Die Landschaftsstruktur wird durch die Wasserfläche und die Bepflanzung ebenfalls bereichert.

Dort wo der Ein- und Auslauf des Seitengewässers im Grien erstellt werden, wird der Uferweg über zwei Brücken geführt. Der Kabelrohrblock wird in die Brücke integriert.

4.8.7.7 Amphibienteich Grien (U8, N6)

Der Amphibienteich Grien mit einer Fläche von 7 Aren wird im Anschluss an das langsam durchströmte Seitengewässer (Kap. 4.8.7.6) zwischen Uferweg und der Waldfläche erstellt. Die Speisung des Teichs erfolgt durch Regenwasser. Bei Bedarf wird der Teich mit lehmhaltigem Material ausgekleidet.

Durch die Erstellung des Teiches werden Amphibien und Libellen gefördert. Die Gewässer- und Uferlebensräume im Anschluss an das Waldreservat werden verbessert. Die Förderung von Amphibien im Gebiet wurde von der Begleitgruppe angeregt.

4.8.7.8 Flachwasserzonen (U9, F7)

Oberhalb des Aufeldstegs wird am rechten Ufer des OW-Kanals 1 zwischen dem Uferweg und der Oberkante der Kanalmauer das Ufer abgetragen, so dass Flachwasserzonen mit geringer Wassertiefe und reduzierter Fliessgeschwindigkeit entstehen. Die Buchten werden mit Sohlschotter ausgestaltet und mit Totholz strukturiert. Das Ufer wird zur Beschattung der Flachwasserzonen minimal bestockt. Im Rahmen der Möglichkeiten (Berücksichtigung Platzverhältnisse) wird auch das linke Ufer des OW-Kanals 1 (verbleibender Mitteldamm) strukturiert (z.B. mit einzelnen Blöcken).

Die Gewässer- und Uferlebensräume werden dadurch insgesamt aufgewertet, u.a. dienen die Flachwasserzonen als Lebensraum, Laich- und Aufwuchsgebiet der Fische.

4.8.7.9 Neuer Biberspitz (U10)

Der Mitteldamm wird im Rahmen des Projekts um 750 m reduziert (Kap. 4.8.7.2). Rund 100 m des verbleibenden Mitteldamms werden als Naturgebiet ausgeschieden. Das Ufer wird naturnah und für Biberbauten geeignet gesichert. Die der Strömung ausgesetzte Spitze wird durch Blockwurf stabilisiert.

Der Biberspitz soll nicht durch Menschen betreten werden (Betretverbot).

Der neue (obere) Biberspitz entspricht in seiner Funktion dem bestehenden Biberspitz am unteren Ende des Mitteldamms. Dieser bildet einen ungestörten Lebensraum für den Biber wie auch für andere Tiere.

4.8.7.10 Revitalisierung Erzbach (U11, F8)

Der Erzbach zwischen Absetzbecken und Einmündung in den OW-Kanal 2 wird revitalisiert. Die Querung der Aarauerstrasse in Form eines Durchlasses (Ausfluss Absetzbecken) ist zu sanieren. Der bestehende Betonkanal wird (L=180 m) mit Ausnahme der linksseitigen Ufermauer abgebrochen und durch ein naturnahes Gerinne (mit 2.5 % Gefälle) ersetzt. Die Sohlenbreite (bis 2 m) und die Böschungsneigung (ca. 1:3) sind variabel. Die Sohle ist mit Sohlschotter (Grobkies) zu stabilisieren. Damit der Sohlenanschluss von Erzbach und OW-Kanal gewährleistet ist, weist die Sohle rund 40 m oberhalb der Mündung im Einstaubereich des OW-Kanals ein Gefälle von 10.3 % auf. Oberhalb der Einmündung in den OW-Kanal quert der Erzbach den bestehenden Uferweg. Für die Querung des neuen naturnahen Erzbachgerinnes ist eine Brücke mit einer Traglast von 40 t vorgesehen.

Bezüglich der HW-Sicherheit ist das Gerinne auf ein HQ₁₀₀ des Erzbachs auszulegen (gemäss Angaben Amt für Umwelt, Kanton Solothurn). Unterhalb der Gehrenbach-Einmündung sind ein Zuschlag von 1.5 m³/s und ein Freibord von 0.5 m zum Wasserspiegel zu berücksichtigen. Entsprechend ist das Gerinne auf 15 m³/s ausgelegt und die Böschung mit einer Bestockung mit Unterhalt vorzusehen. Rund 20 m unterhalb des Absetzbeckens ist eine Furt als Zugang für Unterhaltsarbeiten am Gewässer vorgesehen. Im unteren Teil des freigelegten Gerinnes ist rechtsufrig eine Anschüttung notwendig. Diese Anschüttung wird mit dem anfallenden Aushubmaterial vorgenommen. Linksufrig ist die Uferhöhe durch die bestehende Ufermauer gegeben. Das restliche Aushubmaterial wird im Bereich um das Absetzbecken zur Anpassung der Uferhöhe (HW-Sicherheit) und als Terrainanpassung im Bereich der bereits bestehenden Aufschüttung eingesetzt. Das bestehende Auslaufbauwerk wird mit Material verfüllt. Für den renaturierten Abschnitt des Erzbachs wird ein Gewässerraum von minimal 15 m ausgeschieden. Der Gewässerraum wird linksufrig von der Mauer begrenzt und reicht bis mindestens zur Böschungsoberkante auf der rechten Uferseite.

Aufgrund dieser Ausgleichs- und Ersatzmassnahme entstehen ein naturnaher Bachabschnitt und Wandermöglichkeiten für Fische und andere Wasserorganismen. Weiter wird im Mündungsbereich ein Einstieg/Zugang für Tiere eingerichtet.

4.8.7.11 Amphibienteich Erzbachpumpwerk (U12)

Der bestehende Fassungsteich des Pumpwerks wird auf eine Fläche von rund 5 Aren vergrössert und in einen naturnahen Teich mit einer Wassertiefe von bis zu 2 m umgewandelt. Die Böschungen und ihre Bestockung werden soweit möglich in ihrer derzeitigen Form belassen. Der Unterhalt wird wie gehabt weiter geführt.

Die Speisung erfolgt durch den kleinen, vom Hungerberg kommenden Häsibach, der kaum Geschiebe führt. Der Schacht wird angepasst und die Einlaufkote auf 367.70 m ü.M. erhöht. Er wird zugänglich gestaltet und in die Böschung integriert. Das bestehende Pumpwerk bleibt erhalten. Die bestehende Brücke kann weiterhin benutzt werden. Der Durchlass/Auslauf des Pumpwerks, der keine direkte Verbindung zum OW-Kanal hat, bleibt erhalten.

Die Massnahme führt zu einer nachhaltigen Verbesserung der Lebensräume für diverse Kleintiere (v. a. Amphibien). Die Förderung von Amphibien im Gebiet wurde von der Begleitgruppe angeregt.

4.8.7.12 Abflachen Ufer „Alte Badi“ (U13)

Auf einer Länge von rund 160 Metern wird das Ufer „Alte Badi“ um 5 m zurückversetzt, die Böschung abgeflacht und naturgerecht bestockt. Dabei entsteht eine Stillwasserzone mit geringer Wassertiefe (ca. 0.5 Meter). Zur Strukturierung wird Grobkies und Totholz verwendet. Das neue Ufer wird mit Blockwurf gesichert. Durch die Schaffung einer Flachwasserzone wird das Ufer strukturiert aufgewertet. Vor allem Jungfische profitieren von diesem Habitat.

Zudem wird eine Wasserungsstelle für Kleinboote (Bootsrampe) sowie Ausstiegshilfen für Schwimmer eingerichtet. Damit wird die Attraktivität und Sicherheit für Erholungssuchende gesteigert.

4.8.7.13 Neue Brücke Mitteldamm (N7), neue Bootsrampe (N8) und Ausstiegsmöglichkeiten für Schwimmer (N9)

Durch das Entfernen des Mitteldamms im oberen Teil des OW-Kanals entfällt die Brücke bei km 2+580. Die Brücke bei km 2+150 ist auf dem Mitteldamm aufgelegt und muss unterfangen oder neu gebaut werden. Am neuen oberen Ende des Mitteldamms ist eine neue Brücke als Verbindung zwischen Grien und Mitteldamm vorgesehen. Der Mitteldammabschnitt mit Spazierweg zwischen den Biberspitzen bleibt erhalten. Bei der Wehranlage und beim Kraftwerk werden zusätzlich Ein- und Ausstiegshilfen für Kanuten ausgebildet. Im OW-Kanal werden neue Ein- und Ausstiegsmöglichkeiten für Schwimmer geschaffen.

4.8.7.14 Kahnbahn (N10)

Die bestehende Kahnbahn nördlich der Zentrale wird aufgehoben durch eine neue automatisierte Anlage auf dem Areal Netzbau ersetzt. Das Konzept der neuen Kahnbahn mit einer Geleiseanlage und einem Transportwagen bleibt grundsätzlich unverändert. Die Kahnbahnanlage wird lokal vor Ort durch Mitarbeiter der IBAAarau gesteuert. Der Bau der neuen Kahnbahn ermöglicht eine fachgerechte Bootsübersetzung. Die Anpassungen entschärfen die limitierte Bootsübersetzung.

Zudem wirkt die Kahnbahn als Trennungslinie zwischen dem naturnahen und dem öffentlichen Teil der Renaturierung Areal Netzbau. Ersatzflächen für die notwendige Rodung (Wald, Ufervegetation) werden im Bereich der Stillgewässer anschliessend an den bestehenden Wald vorgesehen.

4.8.7.15 Abschaltkonzept während Betriebsphase

Mit der Sanierung des OW-Kanals kann das Intervall der Kanalabstellungen während der Betriebsphase signifikant erhöht werden (von 10 auf 20 und mehr Jahre). Der

OW-Kanal wird alle 10 Jahre mittels Echolotaufnahmen auf Schäden kontrolliert. Sind lokal detailliertere Ergebnisse nötig, werden Taucher eingesetzt. Kleinere lokale Schäden können (ohne Kanalentleerung) unter Wasser vorgenommen werden. Bei Hinweisen auf grössere Schäden erfolgt die Abschottung des OW-Kanals wie bisher mit dem Dammbalkennadel-Verschluss im Einlauf des OW-Kanals. Das Wasser wird via Kraftwerk (Zentrale 1) abgelassen. Zur Schonung des Lebensraums Seitengewässer Grien werden bei einer Kanalentleerung die beiden Verbindungen zum OW-Kanal verschlossen (z.B. Big Bag), so dass das Gewässer nicht trocken fällt. Wie bei der Kanalabschaltung in der Bauphase, dient die NW-Rinne der Wasserhaltung und als Rückzugsort für Gewässerorganismen. Eine teilweise Verlandung der NW-Rinne über die Jahre ist nicht gänzlich auszuschliessen. Mit dem Lenkungsbauwerk für die Geschiebedurchgängigkeit (U4) wird dieser jedoch entgegen gewirkt. Das Abschaltkonzept während der Betriebsphase ist im Plan Nr. P.33.051 dargestellt.

4.8.8 Massnahmen Hauptzentrale

4.8.8.1 Erneuerung Zentrale 2 (T6)

Die Zentrale 2 wurde in den Jahren 1910 bis 1912 gebaut und war ursprünglich mit Doppel-Francisturbinen ausgestattet. Ab 1937 wurde die Zentrale 2 auf Kaplansturbinen umgebaut. Heute umfasst die Zentrale 2 sieben Maschinengruppen bestehend aus fünf Kaplansturbinen, einer Francisturbine und einer Propellerturbine. Die Turbinen nutzen die Wassermengen der Aare bis 240 m³/s und erzeugen bis 10.3 MW Leistung. Das Zentralengebäude datiert noch grösstenteils aus der Erstellungszeit. Die Generatoren der vertikalachsigen Maschinengruppen sind luftgekühlt und bedingen in der Übergangszeit und in den Sommermonaten, dass deren Abwärme über offene Luftkanäle und Fenster ins Freie abgegeben wird. Seit jeher bestehen deshalb in der unmittelbaren Nähe des Kraftwerks Lärmimmissionen, die es im Rahmen der Erneuerung des Kraftwerks zu reduzieren gilt.

Der Umbau der Zentrale 2 sieht den Einbau von neuen Rohrturbinen als Ersatz der 7 alten Turbinen vor. Beim Variantenstudium (Kap. 3) wurden verschiedene Lösungen von Turbinen studiert und beurteilt. Die Wahl der Bestvariante war nicht eindeutig und eine Bestvariante konnte aufgrund der kleinen preislichen und energiewirtschaftlichen Unterschiede nicht festgelegt werden. Aus diesem Grund wurden im Rahmen des Vorprojekts für die Zentrale 2 hauptsächlich zwei Varianten (mit 2 oder mit 3 Maschinengruppen) in der gleichen Bearbeitungstiefe untersucht. Im Rahmen des Bauprojekts wurde diese Frage noch einmal untersucht und nach dem Einholen von Richtpreisangeboten von diversen möglichen Maschinenanbietern etwa das gleiche Ergebnis erreicht.

Aus Gründen der besseren HW-/Schwallentlastung mit genügend grossen Entlastungsschützen bietet die Lösung mit 2 Maschinengruppen gegenüber der Dreimaschinenlösung eindeutige Vorteile. Die Verfügbarkeit von 2 neuen Maschinengruppen in der Zentrale 2 und 4 weiteren erneuerten Turbinen in der Zentrale 1 ist für den Betrieb der Anlage ausreichend. Da gleichzeitig mit der Erneuerung der Zentrale 2 auch die Gebäudehülle vollständig neu gestaltet wird, entfällt der Vorteil, dass die drei Maschinengruppen in der heutigen Bautiefe der Zentrale 2 Platz haben. Im Rahmen des Bauprojekts wurde zusammen mit der IBAAarau Kraftwerk AG beschlossen, dass die Vorteile des besseren HW-Schutzes und der besseren Schwallentlastung überwiegen. Zudem kann die Mortalität grösserer Fische beim Abstieg gesenkt werden. Daher wird nur die **Lösung mit 2 neuen Maschinengruppen in der Zentrale 2** weiterverfolgt.

Mit der Erneuerung der Zentrale 2 sind nicht nur der Ersatz der Maschinengruppen, sondern auch der Bau von zwei neuen Schwallentlastungen vorgesehen. Diese Entlastungen dienen primär der Entlastung der Kanalwassermenge bei Turbinenabschaltungen, können aber, dank ihrer grossen Kapazität im HW-Fall, auch zur Ableitung zusätzlicher Wassermengen verwendet werden. Heute wird die Energie bei Netzausfällen über Wasserwiderstände ins UW abgegeben, womit die Maschinengruppen bei Stromunterbrüchen nicht sofort abgestellt werden. Ohne diese Einrichtung würde es bei einer Notabschaltung der Maschinengruppen im OW-Kanal zu einer Schwallwelle (Wellenhöhe bis ca. 0.9 m) und im UW zu einem Sunk kommen. Da die Wasserwiderstände mittelfristig zu erneuern sind und nicht mehr dem heutigen Stand der Technik entsprechen, werden diese bei der Erneuerung der Zentrale 2 für alle Maschinengruppen angepasst. Die anströmende Wassermenge zu den Turbinen wird bei Netzabschaltungen soweit möglich über die Schwallentlastungen ins UW abgeleitet resp. wie heute durch die Maschinengruppen, unter Zuhilfenahme des erneuerten Wasserwiderstands, bei Vollastabschaltungen ins UW entlastet. Damit können keine Schwall- und Sunkerscheinungen entstehen. Durch die Öffnung der Schwallentlastungsschützen muss der Wasserwiderstand neu nur noch kurzzeitig bis zum Erreichen der jeweiligen Turbinierwassermenge in den beiden Schwallentlastungsschützen eingesetzt werden. Zusätzlich ermöglichen die beiden Entlastungen die sichere Ableitung des Schwemmholzes, welches heute der IBAAarau Kraftwerk AG bei HW-Ereignissen immer wieder Probleme bringt.

Neue Maschinengruppen

Die neuen Maschinengruppen werden am Ort der heutigen Zentrale an Stelle der bestehenden 7 Maschinengruppen eingebaut. Als Turbinentyp kommen entweder Getriebeschachtturbinen oder Bulb-Turbinen mit direkt gekoppeltem Generator in Frage. Eine detaillierte Beschreibung beider Turbinentypen sowie Vor- und Nachteile jedes Typs findet sich in den Kap. 4.9.1 und 4.9.2. Die Unterschiede der baulichen Aspekte sind bei Getriebeschachtturbine und Bulb-Turbine sehr gering.

Die Hauptabmessungen der Maschinengruppen (MGr) sind:

	2 MGr.
– Breite des Einlaufs (hydr. Kontur):	10.2 m
– Höhe des Einlaufs (hydr. Kontur):	10.0 m
– Breite des Auslaufs (hydr. Kontur):	9.8 m
– Höhe des Auslaufs (hydr. Kontur):	6.6 m
– Länge (ab Rechen bis Auslauf):	44.0 m
– Achsabstand der Maschinengruppen:	13.2 m
– Tiefste Fundationskote (Pumpensumpf):	350.25 m ü.M.

Die Einlauframpe (Übergang OW-Kanal-Maschinengruppe) muss mittels einer geneigten (ca. 17 %) und befestigten Rampe (aus Beton oder einbetonierten Blöcken oder eventuell aus vorgefertigten Betonelementen) vorgesehen werden, damit die Geschwindigkeit vor dem Einlauf der Maschinengruppen gering bleibt.

Der Einlaufbereich der Maschinengruppen kann je nach Turbinentyp leicht ändern. Bei der Getriebeschachtturbine fliesst das Wasser um einen vertikalen PIT bis zum Laufrad, bei der Bulb-Turbine fliesst das Wasser um den Generatorbulb zu Leitapparat und Turbinenlaufrad. Der Übergang zwischen dem rechteckigen Einlaufquerschnitt und dem runden Turbineneinlauf wird in Beton ausgeführt und erfolgt im Einlaufbereich mittels einer speziellen Schalung.

Im Saugrohr, welches eine Länge von 20.3 m ab Laufradachse hat, erfolgt der Übergang zwischen dem runden Turbinenauslauf und dem rechteckigen Auslauf ins UW. Das Saugrohr wird, mit Ausnahme der ersten Meter nach dem Laufrad, in Beton ausgeführt. Die Auslauframpen vom Ende der Saugrohre bis zur Aaresohle werden mit vorfabrizierten Betonelementen oder eventuell mit Blöcken ausgeführt.

4.8.8.2 Vorsorgliche Massnahmen Aalabstieg (F11)

In den Maschinenblöcken der neuen Zentrale 2 wird vorsorglich eine Abstiegsleitung DN500 eingebaut, mit welcher beim vorliegen neuer und erhärteter Erkenntnisse zum Fischabstieg entsprechende Massnahmen eingebaut werden können.

4.8.8.3 HW-/Schwallentlastungsöffnungen (H2)

Das KW Aarau hat auch mit den neuen Konzession kein Entnahmepflicht für Schwemmgut. Die Schwemmgutentlastung erfolgt bei der Zentrale 2 deshalb über die Schwallentlastungsklappen. Durch den Einbau von Schwimmbalken wird das Schwemmgut zu den Entlastungen geleitet, wo es über die Schwallentlastungsklappen ins UW geführt wird. Die Schwimmbalken verhindern, dass grosse Baumstämme bis zu den Einlaufrechen der Maschinengruppen gelangen. Für kleineres Schwemmgut (Blätter, usw.) sind die Einläufe der Maschinengruppen mit Einlaufrechen und Rechenreinigungsanlagen ausgerüstet.

Die zwei HW-/Schwallentlastungen werden symmetrisch nördlich und südlich der neuen Maschinengruppen angeordnet. Die Öffnungen haben eine Breite von 13.50 m und ermöglichen die Ableitung von insgesamt $600 \text{ m}^3/\text{s}$ bei hohem Unterwasserstand bei HQ_{100} . Diese Wassermenge ist wesentlich grösser als die Ausbaumassmenge des Kraftwerks. Es bestehen somit Reserven für eine zusätzliche HW-Ableitung, solange die zulässige Strömungsgeschwindigkeit im OW-Kanal nicht wesentlich überschritten wird. Die Schwellenkote des Entlastungsrückens beider Entlastungen liegen mit 366.40 m ü.M. 1.60 m über der Sohle des OW-Kanals und somit ca. 9 m über der Sohle der Einlauframpen der Maschinengruppen. Oberwasserseitig der Schwelle wird mit einem Blocksatz eine Auskolkung verhindert. Die Tosbeckenplatte unter dem Kraftwerkgebäude liegt mit 357.62 m ü.M. rund 2.50 m tiefer als die Aaresohle und ist ca. 35 m lang. Am unterwasserseitigen Ende der Tosbeckenplatte wird eine Endschwelle gegen die Unterspülung der Tosbeckenplatte ausgebildet. Die Schwallentlastungen werden so ausgestaltet, dass sie die Fischaufstiegsanlage nicht behindern.

Die Strömungsverhältnisse im Tosbecken sind beim Bemessungsabfluss $Q_{B, TB}$ ($300 \text{ m}^3/\text{s}$) durch eine niedrige Froude-Zahl ($Fr_1 = 4.1$) gekennzeichnet. Es tritt ein oszillierender Wechselsprung ($Fr_1 = 2.5 \div 4.5$) auf.

Zur Beherrschung dieses Wechselsprungs ist der Tosbeckentyp IV des United States Bureau of Reclamation (USBR) am besten geeignet. Dieser Typ hat Strahlteiler auf dem Wehrrücken und eine durchgängige Endschwelle. Mit diesem Tosbeckentyp kann sichergestellt werden, dass die Energieumwandlung räumlich durch einen Wechselsprung auf das Tosbecken konzentriert wird. Die HW-Menge ist nach Verlassen des Beckens so weit beruhigt, dass im UW ein strömender Abfluss auftritt, und folglich hohe Wellen, starke Turbulenzen und Erosionen ausbleiben.

Die Schwallentlastungen mit zwei identischen Klappenschützen von 13.50 m Breite und 4.30 m Höhe messen somit in Flusslängsrichtung inklusive Tosbecken 54.44 m. Auf den Entlastungsklappen sind Strahlaufreisser montiert, die eine gute Energiedis-

sipation und eine Stabilität des Überfallstrahls und der Strömung gewährleisten. Unmittelbar nach der Endschwelle des Tosbeckens wird die Flusssohle mit einem ca. 15 m breiten groben Blockwurf vor Erosion geschützt. Das im Hochwasserfall anfallende Schwemmgut geht aufgrund der geometrischen Verhältnisse beim Wehr i.a. durch die Wehranlagen, die mit 20 m lichter Breite ausreichend breit gestaltet ist. Die HW- und Schwallentlastungsklappen mit einer lichten Breite von 13.5 m erlauben ebenfalls die verklausungsfreie Weiterleitung von Schwemmgut.

Beide Schwallentlastungen sind sowohl OW als auch UW auf dem Fels fundiert, so dass unerwünschte Setzungen des Bauwerks vermieden werden können und die Abdichtung gegen Unterströmen der Schwallentlastungen sichergestellt wird.

4.8.8.4 Erneuerung (Retrofit) der Maschinengruppen der Zentrale 1 (T7)

Es ist vorgesehen, dass die Umbauarbeiten erst nach Ablauf der Lebensdauer der Turbinen der Zentrale 1 erfolgen. Da die Maschinengruppen erst vor kurzem einer Generalrevision unterzogen wurden, wird die Erneuerung der Zentrale 1 frühestens in den Jahren 2035/36 auszuführen sein (Lebensdauer minimal 80 Jahre).

Durch Erneuerung des Turbinenläufers und des Generators, unter Beibehaltung der Turbineneinlaufspirale und des Saugrohres, ist es mit einer Erhöhung der Drehzahl von den aktuellen 115 auf 150 U/min möglich, die Wassermenge von den aktuellen 34 auf 37 bis 39 m³/s zu steigern. Damit kann die Leistung der Zentrale 1 ohne grosse bauliche Änderungen am Konzept der Anlage und mit einer Erneuerung der Maschinengruppen kostengünstig gesteigert werden.

Von Interesse ist der Gefällsbereich zwischen 4.8 und 6.0 m, welcher einer Abflussmenge in der Aare von über 350 m³/s entspricht. Mit dem Retrofit der Maschinengruppen der Zentrale 1 können, zusammen mit der erneuerten Zentrale 2, mehr Wasser turbinieren und die Ausbauwassermenge gesteigert werden. Weiter darf mit einer Steigerung des Wirkungsgrads in der Grössenordnung von rund 4 % gerechnet werden. Die Leistungssteigerung der Zentrale 1 soll dann nach dem neusten Stand der Technik erfolgen.

Bezüglich Kavitation dürften die aktuelle Einbaukote bei dem vorhandenen minimalen UW-Niveau, welche mit einer Escher Wyss-Sigma Kurve von 1973 kontrolliert worden ist, keine Probleme ergeben.

Im Rahmen der Kanalabstellung im Oktober 2009 konnte die Bausubstanz der Zentrale 1 im Detail geprüft und beurteilt werden. Die Inspektion der Anlage zeigte keinerlei Risse oder Schäden an den Betonbauten, womit bei diesem Anlageteil auch in 30 Jahren keine wesentlichen Sanierungsarbeiten zu erwarten sind.

4.8.8.5 Beidseitig neue Fischaufstiegshilfen (F9 und F12)

1958 wurde am rechten Ufer, unmittelbar südlich der Zentrale 1, ein Beckenpass gebaut. Im Laufe der Jahre 2001 bis 2003 wurden diverse Verbesserungen am Beckenpass vorgenommen. Trotzdem wurde dieser Fischpass im Rahmen der Fischaufstiegskontrolle an den Aare-Kraftwerken als „ungenügend“ beurteilt (Bericht Koordinierte Fischaufstiegskontrollen an den Aare-Kraftwerken zwischen Solothurn und der Mündung in den Rhein, Aquatica GmbH, Dezember 2006). Zur Verbesserung der Fischdurchgängigkeit des Kraftwerks Aarau wird im Rahmen des Umbaus der Zentrale 2 der Bau eines neuen linksufrigen Fischpasses und der vollständige Umbau des bestehenden Fischpass am rechten Ufer vorgesehen.

Die über 7 m grosse Wasserspiegeldifferenz und die bei verschiedenen Abflüssen variablen Unter- und Oberwasserspiegel können am besten mit einem Vertical-Slot-Fischpass überwunden werden. Aufgrund der sehr engen Platzverhältnisse mit Vorplatz ist die Umsetzung einer naturnahen FAH (Raugerinne-Beckenpass oder Umgehungsgewässer) am linken Aareufer nicht möglich. Am rechten Ufer sind die Platzverhältnisse ebenfalls sehr eng, vor allem in Anbetracht der vielen Werkleitungen (Mittelspannungskabel, usw.).

Vertikalschlitzpass am linken Ufer (F9)

Der neue Fischpasskanal liegt am nördlichen Rand der Zentrale 2 und verbindet die gemeinsame Strecke mit dem Haupteinstieg. Er verläuft kurz unterhalb des Einlaufes S-förmig und unterquert die Zufahrt zur Zentrale 2. Im Unterwasser der Zentrale verläuft der Kanal wieder S-förmig um möglichst viel Länge und demzufolge Höhe zu gewinnen. Der Fischpasskanal unterquert die UW-Brücke mehrmals und verläuft anschliessend entlang der bestehenden Ufermauer. Es handelt sich um einen Betonkanal mit einem Sohlensubstrat aus Steinen.

Die Geometrie des Fischpasses und die Kenndaten lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

- Abfluss: min. 475 l/s, max. 545 l/s (abhängig vom Wasserspiegel im OW-Kanal, bei höheren Wasserspiegel im OW-Kanal ist der Abfluss im Fischpass höher). Die Abflussregulierung erfolgt mit einer Einlaufschütze.
- Höhendifferenz Becken: max. 0.12 cm
- Schlitzbreite: 0.30 m
- Beckenlänge: 3.00 m
- Beckenbreite: 2.00 m
- Wassertiefe im Becken: min 1.23 m
- Max. Geschwindigkeit im Schlitz: 1.56 m/s (normal 1.52)
- Leistungsdichte: max. 84 W/m³ (normal 79)

Vertikalschlitzpass am rechten Ufer (F12)

Die Konstruktionsart des Fischpasses am rechten Ufer ist praktisch identisch zu denen des Fischpasses am linken Ufer. Es ist vorgesehen, so weit als möglich den bestehenden Kanal wieder zu verwenden. Aufgrund der sehr engen Platzverhältnisse mit vielen unterirdischen Werkleitungen verläuft der Fischpasskanal meistens S-förmig. Es sind insgesamt drei S-förmige Abschnitte vorgesehen, nach dem Einlauf, zwischen der Zugangstreppe und den MS-Kabeln sowie unterwasserseitig des UW-Steges. Der Fischpasskanal wird vollständig zwischen Zentrale 1 und bestehendem Weg eingebaut. Der bestehende Weg muss lediglich lokal leicht verschoben werden. Einige Werkleitungen, vor allem die Kanalisation, die öffentliche Beleuchtung und die Wasserleitung müssen vor dem Umbau des Fischpasses verlegt werden.

Die Geometrie des Fischpasses und die Kenndaten lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

- Abfluss: 500 l/s (konstant bei jedem OW-Niveau). Die Abflussregulierung erfolgt mit zwei Schützen.

- Höhendifferenz Becken: max. 0.12 m
- Schlitzbreite: 0.30 m
- Beckenlänge: 3.00 m
- Beckenbreite: 1.80 m
- Wassertiefe im Becken: min 1.26 m
- Max. Geschwindigkeit im Schlitz: 1.55 m/s (normal 1.52)
- Leistungsdichte: max. 91 W/m³ (normal 87)

4.8.8.6 Umbau Zentralengebäude

Raumaufteilung und Disposition

Zentrale 2 - Umbau mit 2 neuen Maschinengruppen:

Das Innere des Maschinenraums der neuen Zentrale 2 wird hauptsächlich durch die Turbinenschächte, die diversen Schaltschränke, die Hydraulikaggregate von Turbine und Entlastungsklappen, die Durchgängigkeit der Zentrale (Zu- und Durchfahrt zur Zentrale 1) und den Maschinensaalkran bestimmt. Die Anordnung der Steuer-schränke wurde aus der Sicht einer einfachen Zugänglichkeit und Wartung durch das Betriebspersonal sowie aus Sicht einer geringen Überflutungsgefahr konzipiert. Die Schaltschränke werden entlang der oberwasserseitigen Wand der Zentrale auf Kote 369.98 m ü.M. angeordnet. Das Hydraulikaggregat der Turbine und der Schwallentlastungsklappe wird im Turbinenschacht auf Kote 353.78 m ü.M. aufgestellt.

Der Zentralenboden liegt auf Kote 369.98 m ü.M. und wird wie im Ist-Zustand nördlich mit dem Vorplatz direkt verbunden sein. Südlich wird der Zentralenraum auf der gleichen Kote wie der heutige Bereich zwischen den Zentralen liegen. Der Kommandoraum wird im neuen Mittelbau integriert. Der Eigenbedarf und Teile der Leittechnik werden in neuen Räumen im Bereich der Zentrale 1 integriert. Eine neue Werkstatt ist auf der Ebene Maschinensaalboden im Bereich der neuen Schwallentlastung 2 vorgesehen.

Über ein Treppenhaus im Trennpfeiler zwischen den beiden Maschinengruppen gelangt man vom Zentralenboden auf die Saugrohrdecke auf Kote 362.65 m ü.M. resp. in den Turbinenschacht auf Kote 353.78 m ü.M. Diese Ebene kann als Montageplatz für kleine Unterhaltsarbeiten dienen. Die Saugrohrdecke der beiden Maschinengruppen sind über einen Durchgang im Mittelpfeiler verbunden. Über das gleiche Treppenhaus erreicht man auch die tiefste Ebene (Turbinenschacht) auf Kote 353.20 m ü.M. Die Turbinenschächte der einzelnen Maschinengruppen sind ebenfalls mit einem Durchgang im Mittelpfeiler verbunden.

Im Turbinenschacht sind neben der Schmierölversorgung der Turbine auch die Entleerungsleitungen für den Einlauf und das Saugrohr angeordnet. Das Drainagewasser fliesst in einen Ölabscheider und anschliessend in einen Pumpenschacht, von wo das Wasser mit Sumpfpumpen in die Aare gefördert wird. Der Ölabscheider, der im Turbinenschacht der 1. Maschinengruppe eingebaut wird, ist mit einem integrierten Schlammfang und einer Koaleszenzstufe (Mineralölabscheider Klasse I) ausgerüstet. Das Entleerungswasser der Maschinengruppen fliesst direkt in den Pumpenschacht.

Mit dem vorgesehenen Umbau der Zentrale 2 werden die heute unterschiedlichen Höhenkoten des Maschinensaalbodens von Zentrale 2 und Mittelbau gleichgesetzt,

womit sich für Unterhalt und Betrieb eindeutige Vorteile ergeben. Der Maschinen-
saalboden wird vom nördlichen Ufer der Aare über das modifizierte und höhenmäs-
sig abgesenkte Zugangstor erreicht.

Hochbau, Gebäudehülle und Gestaltung

Das KW Aarau stellt mit den beiden heute markant sichtbaren Zentralen- und Unter-
werksgebäuden und dem dazwischenliegenden Turm einen gewohnten Bestandteil
im Stadtbild von Aarau dar. Mit der Erneuerung des Kraftwerks und dem grund-
legenden Umbau der Zentrale 2 wurde versucht, architektonisch das heutige Erschei-
nungsbild des Kraftwerks aufzuwerten und eine Anpassung der Gebäudefluchten an
die Zentrale 1 und den dazwischen liegenden Turm zu erreichen.

Die IBAAarau Kraftwerk AG hat deshalb im Rahmen des Bauprojekts einen Studien-
wettbewerb mit mehreren Architekten zur Gestaltung der Gebäudehülle durchgeführt.
Die Projektvorschläge wurden von einer aus Stadtbehörden und Stadtplaner, Verwal-
tungsrat, Direktion und Projektleitung IBA, externen Architekten und den Projektinge-
nieuren des Bauprojekts zusammengesetzten Jury betr. Eingliederung ins Land-
schafts- und Stadtbild, Zweckmässigkeit und Kosten beurteilt. Das Projekt des Archi-
itekten Degelo aus Basel wurde als beste und gestalterisch innovativste Lösung beur-
teilt und für die weitere Projektierung und Gestaltung des Bauprojekts ausgewählt. Im
Zuge der Erneuerungsarbeiten soll die Westfassade des bestehenden Zentrale I Ge-
bäudes energetisch saniert werden. Zu diesem Zweck wird die bestehende Fassade
aus Glasbausteinen, Glasflächen und mit Lamellen ausgefachten Flächen durch eine
Isolierverglasung mit Öffnungsflügeln ersetzt.



Abb. 4.14: Unterwasseransicht des Siegerprojekts der Degelo Architekten, Basel.

Architektonische Gestaltung des geplanten Zentralenumbaus

Der Flussraum und das Fliesen des Wassers werden mit dem transparenten Ge-
bäude sichtbar und erfahrbar gemacht. Aus massigem Untergrund und meterdicken
Mauern erhebt sich eine pragmatische Stützstruktur für den Schwerlastkran. Die ab-
schliessenden Betonplatten des Daches sind Konstruktion und Gebäudehülle zu-
gleich. Bei dem Gebäude werden der Pragmatismus der Ingenieurkonstruktion und

deren spröde Eleganz zelebriert. Der Beton wird als Ortbeton, im Dach als vorfabrizierte Platte und im Boden als Anschliff der meterdicken Masse gezeigt.

Analog der Nutzung der Halle ist die Fassadenkonstruktion aus herkömmlichen Stahlprofilen sowohl in ihrer Konstruktion als auch in Ihrem Ausdruck einfach und zurückhaltend. Der Gedanke des durch das Gebäude durchscheinenden Lichts und die Erlebbarkeit des Flussraumes bedingen die möglichst schlanken Profile. Um den notwendigen Vogelschutz zu gewährleisten, weisen die Gläser eine Bedruckung auf, welche in der weiteren Bearbeitung des Projekts in Zusammenarbeit mit der Vogelwarte Sempach definiert und ausgeführt wird.

Die heute bereits durchgehende Halle der Zentralen 1 und 2 wird beibehalten. Die funktionalen Vorteile der durchgehenden Kahnbahn werden weiterhin genutzt und der in Nord-Südrichtung offene Durchblick durch die grosszügigen Turbinenhallen wird auch in Zukunft das Merkmal des IBAAarau-Kraftwerks auf der Aare-Insel sein.

Sicherheit und Fluchtwege

Die Anordnung der Zugangstreppen, Bedienungsstege, Durchgänge und Türen wurde aus der Sicht einer sicheren und einfachen Zugänglichkeit und Wartung durch das Betriebspersonal konzipiert.

Vom Erdgeschoss der Zentrale (Zentralenboden auf Kote 369.98 m ü.M.) aus, führen zwei Ausgänge ins Freie; einer nördlich beim Haupteingang der Zentrale und einer östlich auf die Brücke über den UW-Kanal (Kote 367.36 m ü.M.).

Die zwei Maschinengruppen sind als selbständige Abschnitte geplant. Jede Saugrohrdecke und jeder Turbinenschacht kann separat über eine Zugangstreppe erreicht werden. Die Maschinengruppen sind ab den Saugrohrdecken und dem Turbinenschacht über Brandschutztüren mit dem Treppenhaus als separater Fluchtweg verbunden. Ein sicherer Fluchtweg ist ab jeder Ebene und Maschinengruppe immer gewährleistet. Zusätzlich verfügt das Treppenhaus über einen separaten Ausgang auf die Brücke über den Turbinen- und Schwallentlastungsausläufen.

Die unterschiedlichen Niveaus in der Zentrale werden mit Traversengeländer mit Bordleiste abgetrennt. Die offenen Treppen verfügen ebenfalls über Traversengeländer. Die Treppen, die auch als Fluchtwege vorgesehen sind, werden mit beidseitigen Handläufen ausgerüstet.

4.8.8.7 Heizung, Lüftung und Klima

Das Raumklima in den Turbinenhallen schwankt saisonal zwischen ca. 16°C im Winter und ca. 28°C im Sommer. Die Feuchtigkeit wird nicht reguliert.

Winterfall

Die Hallen werden direkt (Halle 1) und indirekt (Halle 2) mittels nicht anders nutzbarer Abwärme der Turbinen beheizt. Die älteren Turbinen in der Halle 1 geben dabei die Abwärme direkt an die Umgebungsluft (Raumluft) ab (Luftkühlung). Die neuen Turbinen der Halle 2 sind wassergekühlt, d.h. die Abwärme wird indirekt mittels Wasserkreislauf an die Halle 2 abgegeben. Dazu werden in den opaken Bauteilen (Betonwände, Boden und Dach) wassergeführte Rohre eingelegt, welche die Betonkerne aufheizen (analog TABS-System). Zur Erhöhung der Betriebssicherheit dient ein Wärmetauscher als Systemtrennung der Systeme „Wasserkühlung Turbinen“ und „Heizung Turbinenhalle“.

Überschüssige Abwärme (Übergangsphasen Herbst und Frühling) wird weggelüftet (siehe Beschrieb Sommerfall).

Sommerfall

Ein Grossteil der Abwärme der bestehenden Turbinen der Halle 1 wird mittels neu zu installierendem Abluftkanal möglichst an der Quelle abgesogen und über ein Kanalsystem direkt nach aussen befördert. Die neuen Turbinen der Halle 2 sind wassergekühlt, d.h. geben die Wärme über einen Wärmetauscher ans Flusswasser ab. Zusätzlich werden die Hallen grosszügig natürlich belüftet, wobei 2 Ventilatoren im Turm im Bedarfsfall auch eine Zwangslüftung erwirken können. Dazu werden im neuen Hallenbereich (Halle 2) schliessbare Schlitzöffnungen mit einer lichten Öffnung von ca. 8.5 m² vorgesehen, durch welche die Luft einströmen kann. In der Halle 1 erfolgt die Luftzufuhr mittels Ausstellflügeln im Brüstungsbereich (ebenfalls ca. 8.5 m²). Die warme Raumluft der Hallen strömt sodann durch lichte Verbindungsöffnungen von je 7 m² zum Turm und von dort durch natürliche Konvektion zu zwei je ca. 4.5 m² grosse Abströmöffnungen, welche im Turm in den obersten Geschossen angebracht sind. Diese Öffnungen können im Bedarfsfall ebenfalls schallgedämmt werden. Die TABS (thermoaktive Bauelemente) sind auch im Sommer wirksam und verbessern das sommerliche Raumklima durch das Abführen der Wärmelasten.

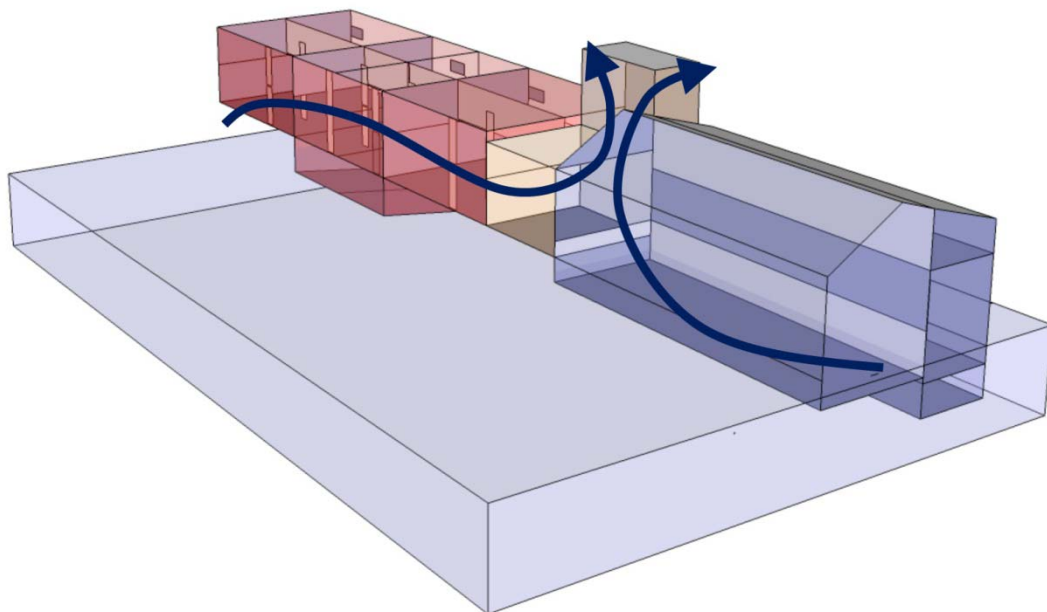


Abb. 4.15: Konzept Heizung, Lüftung und Klima.

4.8.8.8 Erneuerung Mittelbau

Im Mittelbau Richtung OW zwischen den Zentralen 1 und 2 war das frühere thermische Kraftwerk installiert. Die Räume werden inzwischen als Garderoben, Aufenthaltsräume, Büro und Werkstatt genutzt. Sie entsprechen den heutigen Anforderungen nicht mehr. Der bestehende Mittelbau wird deshalb am gleichen Standort durch einen Neubau für Besucher und Mitarbeiter ersetzt.

Der neue Mittelbau (siehe Pläne Degelo Architekten) weist folgende Merkmale auf:

- 3 Stockwerke: Untergeschoss (UG), Erdgeschoss (EG) auf Höhe Maschinensaalboden und Obergeschoss (OG)
- Höhe ausserhalb Terrain: EG und OG (7.80 m hoch)
- Bruttogeschossfläche: UG 550 m², EG 360 m² und OG 460 m².

4.8.8.9 Nebenanlagen und -gebäude

Trafogebäude

Das Trafogebäude liegt am linken Ufer der Aare und wird durch die Erneuerung KW Aarau nicht tangiert.

4.8.8.10 Zufahrten und Erschliessung

Die Zentrale 2 wird auch nach dem Umbau nördlich von der Erlinsbacherstrasse erreichbar sein. Der Vorplatz des Kraftwerks ist in der Höhe an die neue Kote des Maschinensaalbodens der Zentrale 2 anzupassen. Dies bedeutet eine Tieferlegung des bestehenden Kabelrohrblocks. Die Grösse des Vorplatzes bleibt gleich wie heute. Für den Einbau der Verschlussorgane ins UW (Nadelverschluss und Dammbalken) ist der Bau einer Brücke über den Saugrohrausläufen der Gruppe 2 vorgesehen. Die UW-Brücke ist über eine Rampe erreichbar, die mit der Zufahrtstrasse zur Zentrale 2 verbunden ist. Auf der Oberwasserseite des Vorplatzes ist eine Rampe zum Einlaufbereich und Rechenvorboden vorgesehen. Die Zufahrt hat eine Breite von ca. 7 m und ist damit für die Platzierung eines Pneukrans zu Unterhaltszwecken konzipiert. Die Zufahrt zum Mittelbau bleibt unverändert. Neu ist die Zufahrt zur Zentrale 1 via Zentrale 2 mit Lkw möglich.

4.9 Zentrale

Die Erneuerung der Zentrale 2 mit zwei neuen Maschinengruppen beinhaltet für den elektromechanischen Teil drei Ausbauetappen:

- Ausbauetappe 1: Erneuerung der Leittechnik für die Maschinensätze 8-1
(Ausführung vor Beginn des Projekts)
- Ausbauetappe 2: Ersatz der bestehenden Gruppen G1-G7 durch neue G1-G2
- Ausbauetappe 3: Einbindung des neuen Dotierkraftwerks

4.9.1 Turbinen

4.9.1.1 Zentrale 2

Für die Turbinen der Zentrale 2 wurden die Varianten Getriebeschachtturbine (PIT) und Bulb-Turbine (Bulb) mit direkt gekoppelten langsam laufendem Generator untersucht. Die axial durchströmten Kaplan-PIT- resp. Kaplan-Bulb-Turbinen mit verstellbaren Leit- und Laufradschaufeln können in einem grossen Bereich von Gefälle und Wasserdurchfluss mit gutem Wirkungsgrad betrieben werden. Sie sind von der Hydraulik her in etwa gleich.

Bei der Getriebevariante wird zur Drehzahlerhöhung zwischen Turbine und Generator ein Getriebe vorgesehen. Getriebe und Generator befinden sich innerhalb eines wasserumströmten Turbinengehäuses. Turbine, Getriebe und Generator sind als komplett integrierte Einheit konzipiert. Auf Grund des mittleren Getriebewirkungsgrads von 98.5 % gehen rund 1.5 % der Turbinenleistung verloren.

Der langsam laufende Generator einer Bulb-Turbine, welcher in einem wasserumströmten Art „Torpedo“ untergebracht ist, hat gegenüber einem schneller laufenden Generator einer PIT-Turbine (500 U/min) einen 0.2 – 0.3 % schlechteren Wirkungsgrad. Hydraulisch ist die Variante Bulb-Turbine geringfügig besser, weil das Laufrad besser angeströmt wird (relativ schmaler Schacht gegenüber dem grossen Schacht der Variante Getrieberohrturbine).

Bei der PIT-Turbine befindet sich der schnelllaufende Generator, welcher über ein Getriebe angetrieben wird, in einem zugänglichen Schacht. Bei der Bulb-Turbine ist hingegen nur ein Schacht mit stark reduzierter Querschnittsfläche zum Zugang für die Inspektion der Wellendichtung und der Lagerung vorhanden. Für den Ausbau des Generators muss die Turbine trockengelegt und der eintrittsseitige Kalottendeckel des Bulbs entfernt und der Rotor/Stator durch eine Öffnung im Einlauf in das Krafthaus hinauf gehoben werden.

Tab. 4.2: Technische Daten der Turbinen.

Variante 2 Maschinen - PIT-Turbine:

Anzahl Maschinen		2	
Turbinentyp		Getriebeschacht - PIT	
Nenndurchflussmenge	Q_N	120	m^3/s
Nennnettofallhöhe	H_n	6.30	m
Nennleistung	P_n	6889	kW
Max. Leistung	P_{max}	8367	kW
Turbinierbare Wassermenge	Q_{max}/Q_{min}	135 bis 24	m^3/s

Fallhöhenbereich	H_{\max}/H_{\min}	7.20 bis 4.80	m
Turbinenwirkungsgrad		94.8	%
Getriebewirkungsgrad		98.5	%
Lafraddurchmesser	D	4600	mm
Turbinendrehzahl		100	U/min
Generatordrehzahl		500	U/min
Saughöhe (Mitte Laufrad)		-3.75	m

Variante 2 Maschinen – Bulb-Turbine

Anzahl Maschinen		2	
Turbinentyp		Bulb	
Nenndurchflussmenge	Q_N	120	m ³ /s
Nennnettofallhöhe	H_n	6.30	m
Nennleistung	P_n	6994	kW
Max. Leistung	P_{\max}	8494	kW
Turbinierbare Wassermenge	Q_{\max}/Q_{\min}	135 bis 24	m ³ /s
Fallhöhenbereich	H_{\max}/H_{\min}	7.20 bis 4.80	m
Turbinenwirkungsgrad		94.8	%
Getriebewirkungsgrad		---	
Lafraddurchmesser	D	4600	mm
Turbinendrehzahl		100	U/min
Generatordrehzahl		100	U/min
Saughöhe (Mitte Laufrad)		-3.75	m

Die Varianten Bulb- und PIT-Turbinen unterscheiden sich primär durch:

- Höhere Baukosten (Bulb-Turbine) gegenüber der standardisierten PIT-Turbinen
- Zugang zum Generator bei den Bulb-Turbinen eher klein
- Bessere Wartungsbedingungen der Bulb-Turbine infolge Fehlen eines Getriebes
- Höhere Energieproduktion der Bulb-Turbine dank Wegfall der Getriebeverluste

Bezüglich der Gesteungskosten hat die Variante mit 2 PIT-Turbinen im heutigen Projektierungsstand leichte Vorteile.

4.9.1.2 Retrofit der Turbinen der Zentrale 1

Durch Erneuerung der Turbinenläufer und Beibehaltung der Turbineneinlaufspirale und des Saugrohrs, werden die Drehzahl von 115 U/min auf 150 U/min, die Wassermenge von 34 m³/s auf 37 bis 39 m³/s erhöht. Damit kann die Leistung der Zentrale 1 ohne grosse bauliche Anpassungen kostengünstig gesteigert werden.

Bezüglich Kavitation wird die aktuelle Einbaukote bei dem vorhandenen minimalen UW-Niveau, welche mit einer Escher Wyss-Sigma Kurve von 1973 kontrolliert worden ist, keine Probleme ergeben.

Es ist vorgesehen, die Umbauarbeiten erst nach Ablauf der Lebensdauer der Turbinen der Zentrale 1 auszuführen. Da die Maschinengruppen vor kurzem mit einer Generalrevision erneuert wurden, wird die Erneuerung der Zentrale 1 erst in den Jahren 2035/36 anfallen.

Auf heutiger Preisbasis ist mit Kosten von 3.75 Mio. CHF pro Turbine zu rechnen (ohne Generator).

<u>Mögliche Verbesserungen</u>		
Erhöhung Drehzahl	115.4 U/min	→ 150 U/min
Erhöhung Durchfluss	34 m ³ /s	→ 39 m ³ /s
Erhöhung Wirkungsgrad Vollast	84.5-89 %	→ 88-90 %
Erhöhung Wirkungsgrad Bestpunkt	92 %	→ 93.5 %
Erhöhung max. Leistung	2'133 kW	→ 2'525 kW

Weitere Vorteile des Retrofits:

Das Wirkungsgradoptimum kann bei schneller laufender Maschine weiter nach rechts zu grösseren Wassermengen verschoben werden. Momentan befindet sich das Optimum bei ca. 18 m³/s.

Vorgesehene Arbeiten an den Maschinen:

Einbau eines komplett neuen Läufers bestehend aus:

- neues Kaplan-Laufrad
- neue Turbinenwelle mit Verstellstange oder Ölzuführrohren und Flansch zum Ankuppeln am Generator
- neuer Laufradservomotor
- neues Führungslager
- neue Wellendichtung
- neuer Wasserführungsmantel
- neuer Leitapparat (LA) mit Leitschaufeln, LA Gehäuse ring innen, LA Gehäuse ring aussen, LA Verstellmechanismus, neuer LA-Servomotor
- neues 2-teiliges Laufradgehäuse
- Saugrohr (alte Saugrohrabmessungen sind beizubehalten)

Folgende Komponente der alten Turbinen bleibt bestehen:

- Einlaufspirale (aus Beton)

Tab. 4.3: Hauptdaten der best. und neuen Maschinengruppen der Zentrale 1.

Turbinendaten:	Bestehende Turbine		Erneuerte Turbine	
Laufraddurchmesser	2600	mm	2600	mm
Drehzahl	115	U/min	150	U/min
Fallhöhe	7.35	m	7.35	m
Q _{max}	33	m ³ /s	39	m ³ /s
eta	89	%	90	%
Leistung	2113	kW	2525	kW
Q _{Opt}	19	m ³ /s	26	m ³ /s
eta	92	%	93.5	%
Fallhöhe	6.00	m	6.00	m
Q _{max}	34	m ³ /s	38	m ³ /s
eta	86	%	89.5	%
Leistung	1717	kW	1998	kW
Q _{Opt}	18	m ³ /s	25	m ³ /s
eta	92	%	93	%

Fallhöhe	4.90	m	4.90	m
Q _{max}	33.0	m ³ /s	37.5	m ³ /s
eta	84.5	%	88	%
Leistung	1338	kW	1583	kW
Q _{Opt}	17.5	m ³ /s	24.5	m ³ /s
eta	91	%	91.5	%
Einbaukote Mitte Laufrad	364.545	m ü.M.	364.545	m ü.M.
Min. UW	363.20	m ü.M.	363.30	m ü.M.
Saughöhe (erforderlich/Anlage)	(...../1.20)		(1.20/1.20)	

Tab. 4.4: Überprüfung der Einlauf- und Saugrohrdimensionen.

	Gem. Programm Turb Pro		Best. Turbinen	
Einlauf				
Breite	7.65	m	~ 7.80	m
Versetzung Achse	0.73	m	~ 0.80	m
Saugrohr				
Länge	13.96	m	14.40	m
Breite Austritt	7.37	m	7.30	m
Höhe Austritt	2.88	m	3.10	m
Tiefe unter Laufrad	5.49	m	4.60	m
Saughöhe	+1.10	m	+1.10	m

Tab. 4.4 zeigt, dass die mit dem Turb Pro Programm berechneten Anforderungen an das Saugrohr eines neuen mit 150 U/min laufenden Turbinenläufers recht gut erfüllt sind. Beim Umbau der Maschinengruppen werden nur kleine Anpassungen an den Saugrohren der Maschinengruppen notwendig sein.

4.9.1.3 Turbinenreguliereinrichtung

Jede Maschinengruppe verfügt über einen elektronisch-hydraulischen Turbinenregler und alle für die Überwachung der Turbine erforderlichen Instrumente. Das Anfahren, Abstellen und der Betrieb der neuen Turbinen werden von einem elektronischen Turbinenregler neuester Generation überwacht.

Hauptfunktionen des Turbinenreglers:

- Positionierung von Leitapparat und Laufrad inkl. gefällsabhängigem Zusammenhang
- Öffnungsbegrenzung
- Drehzahlregulierung
- Leistungsregulierung
- Öffnungsregelung
- Abflussregulierung
- Wasserstandsregulierung

Zusatzfunktionen des Turbinenreglers:

- Stoppsteuerung (Not- und Schnellschluss)
- Spülsteuerung bei verschmutztem Leit- oder Laufrad
- Berechnung des Turbinendurchflusses

Das hydraulische Regulierölaggerat neben jeder Maschinengruppe besteht aus Hochdruck-Hydraulikpumpengruppen, Regelventilen für Leitapparat und Laufrad, Leitapparat-Notschlussventil, Öl/Wasserkühler, Filter und Stickstoff-Blasenspeicher.

4.9.2 Generatoren

4.9.2.1 Generatoren für PIT-Turbinen der Zentrale 2

Die Generatoren der PIT-Turbinen werden mit einer gegenüber der Horizontalen leicht geneigten Welle über ein Getriebe mit der Turbine gekoppelt. Zum Einsatz gelangen meistens selbsterregende, bürstenlose Drehstrom-Synchron-Generatoren mit angebauter Wechselstrom-Erregermaschine und elektronischem Spannungs- und $\cos \Phi$ -Regler in geschlossener Bauart.

Die geschlossene Bauart erfordert den Entzug der anfallenden Verlustwärme mittels Luft-/Wasser-Wärmetauscher im Generatorgehäuse und erlaubt die teilweise Rückgewinnung der abzuführenden Verlustleistung. Die Rückkühlung erfolgt durch einen im Turbineneinlauf angebrachten Spaltkühler in Form eines Plattenwärmetauschers. Im Sommerbetrieb wird die Kaltlufttemperatur durch Regulierung der Kühlwassermenge konstant gehalten. Im Winterbetrieb soll ein – wasserseitig vom Kühlkreis getrennter – Heizkreis einen Teil der Generatorabwärme nutzen. Dadurch wird die Warmluft des Generators auf einen maximal zulässigen Wert reguliert und konstant gehalten. Die anfallenden Verluste werden soweit wie möglich resp. nötig zur Beheizung der Gebäude im Kraftwerkbereich und für externe Abnehmer verwendet.

Der Generator ist mit zwei Gleitlagern ausgerüstet. Das antriebsseitige Lager dient zugleich als Axiallager (Festlager), das andere nur als Radiallager (bewegliches Lager). Üblicherweise werden die Generatoren mit einer Stillstandsbremse in Form einer pneumatischen Scheibenbremse ausgerüstet, welche den Maschinensatz aus 5 % der Nenndrehzahl auf Stillstand abbremsen kann und auch bei kleiner Leckage des Leitapparats als Haltebremse der Turbine dient. Die Isolation der Stator- und Polwicklung wird normalerweise für den Generator und den Wechselstromerreger nach Isolationsklasse F ausgeführt.

Nachfolgend sind die Auslegungsdaten der Generatoren für die Variante mit PIT-Turbinen aufgeführt:

Tab. 4.5: Variante - PIT-Turbine.

Basierend auf den Turbinendaten

Anzahl Maschinen		2	
Turbinentyp		Getriebeschacht - PIT	
Nennleistung Turbine	P_n	6889	kW
Max. Leistung Turbine	P_{max}	8367	kW
Getriebewirkungsgrad		98.5	%
Turbinendrehzahl		100	U/min
Generator Drehzahl		500	U/min

ergeben sich folgende Generatordaten:

Typ	3-phasiger Synchron-Generator S1		
Normen	IEC 60034		
Erregung	Bürstenlos – elektronisch (AVR). Wechselstromerregemaschine mit ro- tierender Diodenbrücke.		
Nennleistung	Sn	9000	[kVA]
Leistungsfaktor	cos Φ_n	0.9	[-]
Frequenz	fn	50	[Hz]
Nennspannung	Un	8.6	[kV]
Nennstrom	In	604	[A]
Nenn-drehzahl	Ω_n	500	[min ⁻¹]
Durchbrenn- drehzahl	Ω_{max} , während 5 Min.	1500	[min ⁻¹]
Polpaarzahl	Pp	6	
Isolation Läu- fer/Ständer		F / F	
Schutzart		IP 44	
Bauform		Horizontal	
Kühlungsart		IC 81 W 37	
Umgebungs- temperatur	Ta	40	[°C]
Erwärmung Läufer/Ständer	Klasse B	90/80	[°K]
Schallpegel		80	dB (A)

4.9.2.2 Generatoren für Bulb-Turbinen der Zentrale 2

Die Generatoren der Bulb-Turbinen werden als Langsamläufer erheblich grösser als diejenigen der PIT-Turbinen. Aufbau, Lagerung, Isolationsklassen und Kühlung sind ähnlich wie bei den Generatoren der PIT-Turbinen gebaut. Die direkte Umströmung des Wassers um den Generatorbulb wirkt sich auf die Kühlung des Generators positiv aus, indem ein Teil der Generatorabwärme direkt an das Betriebswasser abgegeben werden.

Nachfolgend sind die Auslegungsdaten der Generatoren für die Variante mit Bulb-Turbinen aufgeführt:

Tab. 4.6: Variante: Bulb-Turbine.

Basierend auf den Turbinendaten

Anzahl Maschinen		2	
Turbinentyp		Bulb	
Nennleistung Turbine	P_n	6994	kW
Max. Leistung	P_{max}	8494	kW
Turbinendrehzahl		100	U/min

ergeben sich folgende Generatordaten:

Typ	3-phasiger Synchron-Generator S1		
Normen	IEC 60034		

Erregung	Bürstenlos – elektronisch (AVR). Wechselstromerregemaschine mit rotierender Diodenbrücke.		
Nennleistung	Sn	9200	[kVA]
Leistungsfaktor	cos Φ_n	0.9	[-]
Frequenz	fn	50	[Hz]
Nennspannung	Un	8.6	[kV]
Nennstrom	In	618	[A]
Nenndrehzahl	Ω_n	100	[min-1]
Durchbrenn- drehzahl	Ω_{max} , während 5 Min.	300	[min-1]
Polpaarzahl	Pp	30	
Isolation Läufer/ Ständer		F / F	
Schutzart		IP 44	
Bauform		Horizontal	
Kühlungsart	Innere Luftumwälzung durch Lüfter und wassergekühltem Wärmetau- scher	ICW37A75	
Umgebungs- temperatur	Ta	40	[°C]
Erwärmung Läufer/Ständer	Klasse B	90/80	[°K]
Schallpegel		80	dB (A)

4.9.2.3 Generatoren für Retrofit der Zentrale 1

Gemäss Kap. 4.8.8.4 führt das Retrofit der Turbinen der Zentrale 1 zu einer Erhöhung der Drehzahl und einer Steigerung der Leistung (Kap. 4.9.1.2), was aus heutiger Sicht den kompletten Ersatz der Generatoren mit sich bringt. Die voraussichtlichen technischen Hauptdaten sind:

Tab. 4.7: Hauptdaten Generatoren.

Anzahl Generatoren	4	4	
Typ	3-phasiger Synchron-Generator S1		
Normen	IEC 60034		
Erregung	Bürstenlos – elektronisch (AVR). Wechselstromerregemaschine mit rotierender Diodenbrücke.		
Nennleistung	Sn	2800	[kVA]
Leistungsfaktor	cos Φ_n	0.9	[-]
Frequenz	fn	50	[Hz]
Nennspannung	Un	8.6	[kV]
Nennstrom	In	188	[A]
Nenndrehzahl	Ω_n	150	[min-1]
Polpaarzahl	Pp	20	
Bauform		Vertikal	
Schallpegel		80	dB (A)

Die genannte Lösung hat den Nachteil, dass es nur wenige Anbieter für langsam laufende Generatoren dieser Leistungsklasse gibt. Alternativ dazu müsste deshalb auch ein schnell laufender Generator mit Getriebe in Betracht gezogen werden.

Bedingt durch die rasante Entwicklung der Leistungselektronik gehen wir aber davon aus, dass in Zukunft auch Lösungen mit Asynchron-Generatoren mit VSI Frequenzumrichtern (Voltage Source Inverter) anstelle von traditionellen Lösungen treten werden. Da die Erneuerung der Zentrale 1 erst in den Jahren 2035/36 vorgesehen ist, wird hier nicht weiter auf die Generatoren eingegangen.

4.9.2.4 Allgemeine Eigenschaften der Generatoren

Die Generatoren arbeiten nur im Parallelbetrieb mit dem Netz und es ist kein Inselbetrieb vorgesehen. Es gibt auch keine Anforderungen betreffend Schwarzstart.

Stator

Der Stator und sein Gehäuse werden in einer steifen Konstruktion ausgeführt. Das Gehäuse und der an die Turbine gekoppelte Sockel werden so konzipiert, dass die tangentialen Kräfte auch in Extremfällen (Kurzschluss, nicht synchronisierte Kuppelung) in das Fundament übergeleitet werden können. Die Widerstandssonden (PT100) sind in den Nuten des Stators installiert und werden auf einem äusseren Klemmenkasten verdrahtet. Die Wicklungen sind durch die Nuten blockiert und die Spulenköpfe sind fest am Stator verankert. Die Anschlussklemmen sind auf einem äusseren Klemmenkasten untergebracht, die Spannungs- und Stromwandler für den Schutz, die Messung und die Erregung sind integriert. Der Sternpunkt des Generators wird über einen Widerstand geerdet. Der Widerstand und der Spannungswandler für die Erdschlussüberwachung werden in einem separaten Schaltschrank untergebracht.

Rotor

Der Rotor wird so ausgelegt, dass er Überlastfälle oder andere extreme Bedingungen in Ausnahmesituationen oder bei Durchbrennen aushalten kann. Er setzt sich aus der Hauptwelle, dem Polrad, den Axialventilatoren, dem Erregerstator und einer Dioden-Gleichrichterbrücke zusammen.

Bemerkung:

Die genauen Werte der Überdrehzahl, der Durchbrenndrehzahl und des totalen Schwungmoments werden durch den Turbinenlieferanten definiert.

Generatorwelle

Die Generatorwelle wird möglichst aus geschmiedetem Stahl hergestellt. Die Dimensionierung gewährleistet den problemlosen Betrieb in allen Situationen einschliesslich Durchbrennen und Kurzschluss. Sie ist verdrehungs- und vibrationsfrei und muss das Drehmoment der Turbine übertragen. Die Überdrehzahl muss bedeutend kleiner sein als die erste kritische Rotationsgeschwindigkeit der Welle (>15 %). Der Anbau der Generatorwelle an die Turbine oder das Getriebe wird in Zusammenarbeit mit dem Turbinenlieferanten festgelegt. Die Dimensionierung der Welle und die dazugehörigen Berechnungen sind Sache des Generatorlieferanten.

Pole

Die Pole bestehen aus magnetischen, verlustarmen Blechen, Isolation (Klasse F) welche unter hoher Spannung (hochselbsthemmend) verschraubt werden. Die Kon-

struktion minimiert die zusätzlichen Oberflächenverluste, die hauptsächlich durch das Schlagen der Nute entstehen, auf ein Minimum.

Polwicklungen

Die Polwicklungen werden fest arretiert, so dass sie mindestens Überdrehzahlen bis Durchbrennen schadlos überstehen. Die Isolation der Leiter ist in Klasse F und unter Vakuum kunstharz imprägniert. Die Polwicklungen sind längs der Welle durch Kollektoringe gehalten.

Dämpferwicklung

Die Dämpferwicklung besteht aus an den Polen befestigten Kupferstäben die untereinander so verbunden sind, dass eine Käfigwicklung entsteht. Diese wird am Radkranz des Rotors so befestigt, damit sie den auf sie wirkenden Zentrifugalkräften schadlos widerstehen kann.

Erregermaschine

Die Erregung des Generators erfolgt über einen am nicht angetriebenen Wellenende fliegend angebrachten Wechselstromerreger mit rotierenden Dioden sowie einem stationären Erregertransformator. Dadurch entfallen Bürsten, Schleifringe und Kohlenstaubabsaugvorrichtung. Die Erregereinrichtung kann die Spannung und den Leistungsfaktor regulieren.

Mechanische Schutzeinrichtungen

Für den mechanischen Schutz der Generatoren werden Sensoren eingebaut, welche die Drehzahl, die Temperaturen (Kühlkreislauf, Rotor, Stator, Lager), die Schwingungen der Welle und den Ölfluss überwachen.

4.9.3 Nebenanlagen

4.9.3.1 Druckluftanlage

Für die neuen Maschinengruppen ist ein Druckluftsystem im Zentralenraum vorgesehen. Die Druckluft wird für die Generatorbremse benötigt. Es wird geprüft, ein gemeinsames System für beide Zentralen zu beschaffen.

4.9.3.2 Kühlwassersystem

Bei den Varianten mit PIT-Turbinen ist jeweils ein geschlossener Kreislauf mit Platten- oder Rohrbündelwärmetauscher im OW oder UW vorgesehen. Bei der Variante mit Bulb-Turbine wird ein Teil der erwärmten Generatorluft direkt an der kalten Wand des wasserumströmten Bulbs abgekühlt. Der Kühlwasserkreislauf kann entsprechend etwas kleiner dimensioniert werden.

4.9.3.3 Leckagewassersystem

Bei sämtlichen Varianten ist bei der Erneuerung der Zentrale 2 ein Drainage- und Entleerungssystem mit zwei Pumpen à ca. 40 l/s und einer kleineren Leckagepumpe mit 5 l/s vorgesehen. Details dazu sind dem Entwässerungskonzept in Beilage 3.9 zu entnehmen.

4.9.3.4 Brandmeldeanlage

Die bestehende Brandmeldeanlage wird modernisiert und stufenweise an die heutigen Sicherheitsvorschriften angepasst.

4.9.3.5 Krananlagen

In der Zentrale wird für die Montage der neuen Maschinengruppen ein Maschinenaalkran von rund 30 bis 40 t Traglast (je nach Turbinentyp) benötigt, der auf der bestehenden Kranbahn eingesetzt wird. Er soll sowohl für Montage- und Demontearbeiten der Turbinen der Zentrale 2 wie auch der Zentrale 1 eingesetzt werden. Die Kranbahn muss für die Aufnahme der grösseren Traglasten örtlich verstärkt werden. Die Energieversorgung ist anzupassen. Für kleine Unterhaltsarbeiten ist ein zusätzlicher Hilfskran vorgesehen.

4.9.3.6 Rechenreinigungsanlagen

Die Rechenreinigungsmaschine beseitigt vor dem Rechen liegendes Geschwemmsel wie Gras, Äste, Plastikteile oder Baumstämme. Die Rechenreinigungsmaschine arbeitet nach dem System der Schenkharke, die an zwei Hubseilen und an einem Schwenkseil entlang der Rechenebene bewegt wird. Das Öffnen der Schwenkharke erfolgt durch das Schwenkseil. Die Harke wird durch die Laufrollen entlang der Rechenstäbe selbstständig zentriert. Nach Erreichen der oberen Stellung wird das geförderte Schwemmgut über eine hydraulische schwenkbare Kipprutsche in die Geschwemmselrinne abgeworfen.

Die Rechenreinigungsanlage besteht aus:

- Geschweissten Stahlrahmen
- Fahrwerk mit elektrischem Antrieb
- Hydraulikeinheit mit Schwenkwerk
- Hydraulisch betätigte Kipprutsche
- Sicherheitseinrichtungen
- Schwenkharke
- Elektrische Steuerung
- Kabeltrommel für die Übertragung von Energie

Die Steuerung der Rechenreinigungsmaschine erfolgt über eine frei programmierbare Steuerung. Alle elektrischen Geräte sind in einem beheizten Steuerschrank auf der Maschine eingebaut. Für das Übertragen von Meldungen und Befehlen sind im Steuerschrank potentialfreie Kontakte vorgesehen.

Der Rechenreinigungsablauf erfolgt vollständig automatisch. Der Start ist über Rechengefälle oder Zeitschaltuhr möglich. Für Notfälle oder in speziellen Situationen (HW etc.) ist jede Bewegung manuell steuerbar.

4.9.4 Elektrische Einrichtungen

4.9.4.1 Generatorabgang und Leistungsführung

Der Generatorabgang jeder Maschinengruppe besteht aus den Leistungskabeln, die vom Generator in Kabelkanälen resp. auf Kabelpritschen zur Schaltanlage Generatoren (SAG) im südlichen Gebäudetrakt geführt werden. Diese Schaltanlage ist mit Doppelsammelschienen ausgerüstet und wird je nach Ausbaubedarf neu konfiguriert. Für die neuen Generatorabgänge der Maschinengruppen 1 und 2 sind je zwei dreipolige Leistungskabel vorgesehen (2x1x3 XKT-YT). Für jede Maschinengruppe werden in der Mittelspannungsanlage zwei Leistungsschalter (Generatorschalter metallgeschottet, doppelte Zellenwandung, Nennspannung 12 kV, Betriebsspannung 8.6 kV) vorgesehen.

Von der Mittelspannungsanlage erfolgt die Energieableitung über je zwei weitere Leistungsschalter und zwei Kabelableitungen zur benachbarten Transformatorstation am Nordufer der Aare auf die bestehenden Transformatoren T4 und T5.

SAG – Schaltanlage Generatoren (MS)

Ausbauetappe 1

Die Ausbauetappe 1 besteht in der Erneuerung der Sekundärtechnik für die Maschinengruppen 8 bis 11. Die SAG muss zu diesem Zweck an das neue System angepasst werden. Hauptsächlich bestehen diese Anpassungen aus der Anbindung der Schutzeinrichtungen, der Synchronisierereinheiten und der Übertragung von Datenpunkten.

Ausbauetappe 2

Die vorläufige Schaltanlage Block 2 befindet sich im Maschinenhaus der Zentrale 2 und beinhaltet alle Generatorabgänge der Zentrale 2. Ab Block 2 führen drei Leistungskabel pro Phase zur Mittelspannungsanlage SAG.

Während dieser Bauetappe werden die bestehenden Maschinengruppen 1 bis 7 rückgebaut. Die Schaltanlage Block 2 wird komplett demontiert.

Der neue Generator G1 wird direkt in der SAG an die Zelle K1 angeschlossen. Diese Zelle wird neu mit zwei Schaltern ausgerüstet. Da die Schaltanlage Block 2 entfällt, steht die Zelle K2 für den neuen Generator G2 zur Verfügung.

Ausbauetappe 3

Die letzte Bauetappe besteht aus dem Ersatz der Dotiergruppe. Die Gruppe wird nach wie vor an der Zelle K3 angeschlossen.

Transformatoranlagen

Die Transformatoren T4 und T5 für das bestehende und das erneuerte KW Aarau befinden sich in der bestehenden Transformatorstation. Anpassungen an den Transformatoren, ausser für die neue Leittechnik, sind nicht Bestandteil der Erneuerung KW Aarau.

SAR – Einspeisung

Die SAR – Einspeisung wird durch die Erneuerung KW Aarau nicht verändert.

Netzeinspeisung

Die Netzeinspeisung ab der heutigen Transformatorstation wird durch die Erneuerung KW Aarau nicht verändert.

Hingegen werden die zahlreichen im Kraftwerkbereich verlaufenden Leistungs- und Steuerkabel, die grösstenteils zum Unterwerk im KW Aarau gehören bereits in einer Frühphase der Umbauarbeiten in die neue, talseitig der Zentrale erstellte Zufahrtsbrücke zur Mittelinsel umgelegt. Durch die frühzeitige Erstellung dieser Brücke im UW kann die Leitungsumlegung der vielen Kabel bereits vor Inangriffnahme der Abbrucharbeiten im Bereich der Zentrale 2 erfolgen.

4.9.4.2 Eigenbedarfsanlagen

Eine Übersicht der nachfolgend beschriebenen neuen NS Verteilung befindet sich im Plan Nr. P.33.125 Elektromechnik - Prinzipschema NS Verteilung, Einpoliges Prinzipschema und Topologie Leittechnik.

AC/DC Verteilungen (NS)

Im Rahmen der Erneuerung des KW Aarau werden auch die Eigenbedarfsanlage und die Noteinspeisung mit der Diesel-Notstromgruppe erneuert und in einem neuen, hochwassersicheren Betriebsraum aufgebaut.

Die Hauptverteilung mit 230/400 VAC Wechselspannung und 48/110VDC Gleichspannung wird dabei sowohl für die Versorgung der Zentralen 2 und 1 wie auch für das benachbarte Unterwerk der IBAAarau ausgelegt.

An die neue Lage der NS-Verteilung und Noteinspeisung werden unterschiedliche Anforderungen gestellt. Es ist von Vorteil, wenn die Verbindung zu den bestehenden Kabelkanälen gewährleistet ist. Die zu erwartenden Leitungslängen stellen ein weiteres Beurteilungskriterium dar. Deswegen wird eine zentrale Lage vorgezogen. Bei der Dieselgruppe muss das Abgasproblem (separate Leitung ins Freie) beachtet werden. Unter Berücksichtigung der oben genannten Aspekte wurden verschiedene Standorte untersucht.

Die alte Eigenbedarfsverteilung bleibt bis zum Abbruch der letzten Maschinen der Zentrale 2 bestehen. Die Erneuerung des Eigenbedarfs und der Notstromanlage muss zeitlich vor der Automatisierung der Zentrale 1 stattfinden, um Doppelspurigkeiten zu vermeiden.

Transformatoren Eigenbedarf

Die Einspeisung erfolgt über die Eigenbedarfstransformatoren EB 1 und EB 2 ab der SAL und SAG. Während des Umbaus wird je ein EB Transformator für die alte bzw. die neue Verteilung zur Verfügung stehen.

Notstromanlagen

Ladegleichrichter- und USV-Anlagen befinden sich neben dem Batterieraum. Es muss noch geprüft werden, ob die bestehenden Geräte den Anforderungen des erneuerten Kraftwerks genügen.

Batterieanlagen

Der Batterieraum befindet sich im südlichen Gebäudetrakt, 2.OG, und ist mit 48V und 110V wartungsfreien Blei-Säure-Batterien ausgerüstet. Es muss noch geprüft werden, ob die installierte Kapazität den Anforderungen des erneuerten Kraftwerks genügt. Die Batterien werden in die neue DC-Verteilung integriert.

Notstromdiesel

Die bestehende Dieselgruppe muss ersetzt werden.

4.9.4.3 Licht und Kraft

Für die neue Zentrale sind verschiedene Beleuchtungsbereiche vorgesehen. Damit kann die Beleuchtung den einzelnen Bereichen der Zentrale angepasst werden. Um den Arbeitsbereich optimal zu beleuchten, werden auf den Maschinensaalkran zusätzliche Halogen-Leuchten montiert. Die Montage von Steckdosenverteiler ist an

strategischen Orten, wie Turbinengrube, Saugrohrdecke und Maschinensaalboden vorgesehen.

4.9.5 Leittechnik und Kommandoanlagen

Das Prozessleitsystem dient dem Führen und Überwachen der erneuerten Kraftwerksanlage und besteht aus separaten Prozessleitanlagen für jede Maschinengruppe inkl. Nebensystemen und der Wasserhaushaltsregulierung.

4.9.5.1 Betriebskonzept

An der lokalen Bedienstation für jede Maschinengruppe, den Nebenanlagen, den Hilfsbetrieben und der Wasserhaushaltsregulierung sind alle notwendigen Eingriffs- und Beobachtungsmöglichkeiten für Inbetriebnahme, Unterhalt und Betrieb vorhanden. Die wichtigsten Befehle, Meldungen und Messwerte werden auf die neue, redundante Prozessbedienstation des Kraftwerks oder über eine Fernwirkstation zu abgesetzten Arbeitsplätzen in einem übergeordneten Kraftwerkleitsystem übertragen. Im Normalfall werden die Maschinengruppen von der Wasserhaushaltsregulierung geführt. Dies geschieht automatisch durch Befehle an die Anfahr- und Abstellautomatik an den Sollwert der Maschinengruppe. Über die Prozessbedienstation des Kraftwerks und die Fernwirkanlage wird die Anlage überwacht und bei Bedarf werden neue Befehle oder Sollwerte vorgegeben.

4.9.5.2 Maschinentafeln

Die Maschinentafeln werden in unmittelbarer Nähe der Maschinengruppen angeordnet wodurch eine direkte visuelle Kontrolle der Befehle und Signale möglich ist. Die Vorort-Maschinentafeln vereinfachen auch die Steuerung der Maschinengruppe bei der Inbetriebsetzung, beim Unterhalt oder bei der Behebung von Störungen. Die Maschinentafeln beinhalten die Synchronisierung, den Maschinenschutz, den Turbinenregler, die Drehzahl- und Vibrationsüberwachung sowie die Spannungs- und $\cos \Phi$ -Regler.

Eine typische Anordnung besteht aus 5 Schaltschränken mit einer Tiefe von 800 mm, einer Höhe von 2000 mm und einer Breite von 800 mm pro Einheit. Grundrahmen Höhe von 100 mm. Vorläufig sind insgesamt 5 Schränke vorgesehen, und zwar:

Feld 1	Erregungseinrichtung
Feld 2	Schutz und Messung
Feld 3	Prozesssteuerung (SPS) und Turbinenregler
Feld 4	AC - DC Hilfsbetriebe
Feld 5	PC mit Bildschirm und Drucker

Bemerkung:

Alle Schränke enthalten eine durchführende Erdungssammelleitung, Licht, Steckdose und Entfeuchtungsheizung.

4.9.5.3 Elektrische Schutzeinrichtungen (Nummerierung gemäss ANSI-Normen)

Die Anlagen werden mit elektrischen Schutzeinrichtungen ausgerüstet. In der Regel handelt es sich um Apparate statischen Typs und je nach Hersteller sind sie in gruppierte Funktionsmodule zusammengefasst:

27	Minimalspannung
32	Rückleistung
46	Schieflast (je nach Generatorkonstruktion notwendig)
49	Überlast
50-51	Maximalstrom $I >$, $I >>$
59	Maximalspannung
59N	Erdschluss
64S	Stator-Erdschluss
81	Frequenzüberwachung
87B	Differential
40	Ausfall der Erregung

Für den mechanischen Schutz werden in der Maschinensteuerung (wenn nötig mit separaten Auswerteeinheiten) die folgenden Überwachungen vorgesehen:

12	Durchgangsdrehzahl
26A	Lufttemperatur
26Cu	Statorwicklungstemperatur
38T	Lagertemperatur
39W	Schwingung der Welle
26T	Widerstands-Fernthermometer (PT100) Transformator

Bemerkung:

Allfällig weitere als erforderlich erachtete Schutzrelais können vorgesehen werden. Die Schutzrelais-Auslösungen wirken hardwaremässig auf die Auslösespule der Generatorschalter.

4.9.5.4 Spannungsregler (ANSI Nr. 90U)

Spannungsregler werden in der Maschinensteuerung eingebaut und sind für Blindlastregulierung und Compoundierung geeignet.

4.9.5.5 Synchronisierung

Es werden automatische Synchronisiergeräte für alle Generatoren vorgesehen mit folgenden Synchronisierinstrumenten:

- Synchronoskope
- Doppelvoltmeter (Delta U)
- Doppelfrequenzmesser

4.9.5.6 Gruppensteuerung

Bei "Schritt"-Betrieb werden die zu steuernden Objekte mittels Lichtdrucktaste (LED) schrittweise zu- oder abgeschaltet, wichtige Verriegelungen bleiben wirksam. Diese Betriebsart ist für Inbetriebnahme und Service-Interventionen vorgesehen. Bei "HALB-AUTO"-Betrieb wird das Anfahren und Abstellen der Gruppe mittels "Start"- oder "Stopp"-Taste eingeleitet. Die Automatik schaltet die einzelnen Objekte zu oder ab, eine Zeitüberwachung überwacht die wichtigsten Etappen sowie die Anfahr- und Abstellzeiten. Die Belastung der Maschine erfolgt über die Drucktasten +/- vor Ort.

Bei "AUTO"-Betrieb, sei es in Lokal- oder Fernbetrieb, wird die Maschine mittels SPS gestartet, gestoppt und belastet.

Steuerung und Turbinenautomatik

Die Steuerung der Anlage erfolgt über eine SPS und hat folgende Aufgaben zu bewältigen:

- Kurzspeicherung und Verwaltung aller maschinenspezifischen Zustands- und Leistungsdaten der Maschinengruppe
- Anwenderspezifische Programme, welche die Vor-Ort-Bedienung der Maschinengruppe gewährleisten
- Prozesssteuerung und -überwachung der Maschinengruppe inkl. Kühlwasseranlage
- Ausgabe der Alarme, Sequenzen und Produktionswerte auf Protokolldrucker, der Teil der Lieferung ist

Die SPS wird mit DC-Spannung versorgt und ist von der Erde getrennt. Die Speisung der Ein- und Ausgänge ist separat abgesichert. Es werden Impulsbefehle verwendet. Alle analogen und digitalen Ein- und Ausgänge müssen galvanisch getrennt sein.

Weiterhin wird die Notschlusskette, redundant zur Software-Steuerung, hardwaremässig realisiert:

- Mit Not-Aus-Pilz

Prozesssteuerung und -überwachung der Maschinengruppe

Folgende Funktionen sind für die SPS vorgesehen:

- Anfahrbedingungen überprüfen
- Maschine starten und stoppen
- Übergeordnete Stoppbefehle ausführen
- Grenzwerte überwachen
- Alarmbildung (mit Zeiteinbindung 1/100 s)
- Datenaustausch mit Bedienkonsole
- Temperaturanzeige und Vibrationsanzeige über LCD Display

Die SPS (Speicher-programmierbare Steuerung) muss den IEC-Normen 65A, 1131-1, -2 und -3 entsprechen. Die übergeordnete Kommunikation wird nach IEC 60870-5-104 über Ethernet TCP-IP vorgezogen.

Turbinierprogramm

Es sind folgende Turbinierprogramme vorzusehen:

- Durchflussregulierung, eine Vorrichtung für die einfache Durchflusssollwertverstellung durch den Operateur ist vorzusehen
- Leistungsgeführte Produktion

Es besteht die Möglichkeit neue Programme für die Kraftwerksführung einzufügen.

4.9.5.7 Alarmeinheit

Elektronische Signalausrüstung für ca. 60 Signale (Turbine + Generator + Schutz + Nebenanlagen). Ein ankommender Alarm wird auf einer Alarmtafel mittels LED's angezeigt. Der anstehende Alarm soll blinken, bis dessen Quittierung erfolgt. Die Anzeige erlischt nach der Quittierung, sobald die Störung behoben ist.

Es besteht die Möglichkeit für die Ausgabe von Sammelalarmen. Störungen und Alarme können, wenn Personal in der Anlage anwesend ist, zusätzlich mittels Signalarhorn lokal gemeldet werden.

Als Variante kann die Alarmeinheit durch ein Grafikterminal (min. 10") ersetzt werden. Je nach Leistungsfähigkeit dieser Mensch-Maschine-Schnittstelle können auch andere Funktionen wie Messwerte und Steuerungsbefehle implementiert werden.

4.9.5.8 Hilfsbetriebe

Die Hilfsbetriebe speisen die verschiedenen Verbraucher, die den Prozess der Gruppe Turbine-Generator betreffen, sowie Befehle, Steuerungen, Signalisierungen usw. in Wechsel- und Gleichstrom.

Sicherungsautomaten, Hochleistungsautomaten

- mit DIN-Schnellbefestigungsvorrichtung
- mit elektromechanischer Schnellauslösung
- mit Signal- und Hilfskontakt, mitschaltend bei automatischer Auslösung
- bei Verwendung von Smisline - S (10 kA) sind die Kabel direkt an den Sicherungsautomaten angeschlossen. Dieselben Automaten können auch für Gleichspannung verwendet werden.

4.9.5.9 Blindschema

Auf dem Frontpanel ist ein einpoliges Schema mit Anzeige für die Leistungsschalter Positionen montiert.

4.9.5.10 Wasserhaushaltsregulierung

Die Wasserhaushaltsregulierung hat die Aufgabe, die Maschinengruppen der Zentren 1 und 2 sowie die Schwallentlastungsschützen so zu steuern, dass die vorgegebenen Werte für den Oberwasserspiegel und den Sollabfluss eingehalten werden. Gleichzeitig hat die Wasserhaushaltsregulierung auch den Zufluss zum OW-Kanal zu überwachen und je nach Kraftwerkzufluss auch Vorgaben und Steuerbefehle für das Stauwehr vorzugeben.

Die Daten der Prozessleitreechner der Maschinengruppen und der Wasserhaushaltsregulierung werden in das neue Kraftwerksleitsystem integriert und können von dort über Fernwirkunterstationen an das neue Leitsystem der IBAAarau Kraftwerk AG übertragen werden.

Wenn sinnvoll und möglich kann die bestehende Wasserhaushaltregulierung von Rittmeyer angepasst werden. Wahrscheinlicher ist aber der Fall, dass eine integrierte Lösung mit dem neu zu erstellenden Kraftwerksleitsystem realisiert wird.

4.9.5.11 Ausbauetappe 1 - Automatisierung der Zentrale 1

Um die Durchgängigkeit der Systeme über das gesamte Kraftwerk zu gewährleisten, wird die Automatisierung der 4 Maschinen der Zentrale 1 mit kompatiblen Komponenten wie für die Zentrale 2 vorgesehen. Zu diesem Zweck wird jede Maschine mit

einer komplett neuen Maschinensteuerung ausgerüstet, welche ihrerseits in das neue Kraftwerksleitsystem integriert wird. Die Betriebsarten und die Bedienung der Maschinen der Zentrale 1 entsprechen jenen der Zentrale 2. Daher ist der Ersatz der mechanischen Regler durch elektromechanische Regler und die komplette Instrumentierung der 4 Maschinen vorgesehen. Das bestehende Alarmierungssystem wird durch das neue Leitsystem ersetzt und rückgebaut.

Eine Übersicht über die Anlagen nach der Automatisierung der Zentrale 1 ist in den Beilagen E05 (Topologie Leittechnik – Ausbautetappe 1) und der dazugehörigen Beilage E02 (Einpuliges Prinzipschema – Ausbautetappe 1) dargestellt.

4.9.5.12 Ausbautetappe 2 - Automatisierung der Maschinengruppen 1 und 2

Die Automatisierung für die Maschinengruppen 1 und 2 wird in das dafür vorbereitete neue Kraftwerksleitsystem integriert. Bei diesem Schritt müssen zusätzlich die Nebenanlagen und die Hilfsbetriebe erweitert werden sowie die neue Wasserhaushaltregelung integriert werden.

Eine Übersicht über die Anlagen nach der Integration der Maschinengruppe 2 ist in den Beilagen E06 (Topologie Leittechnik – Ausbautetappe 2) und der dazugehörigen Beilage E03 (Einpuliges Prinzipschema – Ausbautetappe 2) dargestellt.

4.9.5.13 Ausbautetappe 3 – Integration des neuen Dotierkraftwerks

Das neue Dotierkraftwerk erhält ebenfalls eine komplett autonome Kraftwerkssteuerung. Diese wird ebenfalls in das dafür vorbereitete neue Kraftwerksleitsystem des Hauptkraftwerks integriert.

Eine Übersicht über die Anlagen nach der Integration des Dotierkraftwerks ist in den Beilagen E07 (Topologie Leittechnik – Endzustand) und der dazugehörigen Beilage E04 (Einpuliges Prinzipschema – Endzustand) dargestellt.

4.9.5.14 Erneuerung Relaisraum

Die Infrastruktur des Relaisraums muss aus Altersgründen erneuert werden. Ein weiterer Grund für die Erneuerung ist die ungünstige, unter dem Oberwasserspiegel angeordnete Position innerhalb des Kraftwerks.

Die Erneuerung erfolgt schrittweise im Zuge der Erneuerung der Maschinengruppen. Die neuen Anlagen werden zuerst am neuen Standort aufgebaut. Dann erfolgt die Umlegung und Inbetriebsetzung einzelner Maschinensätze und schlussendlich der Rückbau der nicht mehr benötigten Anlagen. Eine besondere Herausforderung besteht darin, die vielen Schnittstellen zum restlichen Kraftwerk genau zu analysieren um den Ausfall von nicht betroffenen Kraftwerkskomponenten während der Umbauphase zu vermeiden.

Die prozessnahen Funktionen werden durch das neue Leitsystem ersetzt. Die nachfolgende Übersicht zeigt den Zustand nach der Erneuerung:

Tab. 4.8: Kenndaten Leitsystem nach der Erneuerung.

<u>Feld</u>	<u>Aktuelle Funktion</u>	<u>Nach Erneuerung</u>
SAG K2	Einspeisschalter Block 2 (Zentrale 2)	Integriert in Steuerung Hilfsbetriebe
SAG K3	Einspeisschalter Dotierturbinen (Stauwehr)	Integriert in Steuerung Hilfsbetriebe
SAG K4	Messungen	Integriert in Steuerung Hilfsbetriebe
SAG K5	Generator #8: Schutz/Steuerung/Alarmierung	Integriert in neue Maschinensteuerung #8 in Z1
SAG K6	Generator #9: Schutz/Steuerung/Alarmierung	Integriert in neue Maschinensteuerung #9 in Z1
SAG K7	Generator #10: Schutz/Steuerung/Alarmierung	Integriert in neue Maschinensteuerung #10 in Z1
SAG K8	Generator #11: Schutz/Steuerung/Alarmierung	Integriert in neue Maschinensteuerung #11 in Z1
(SAG K9)	Abgangsfeld T4 (nicht im Relaisraum)	Integriert in Steuerung Hilfsbetriebe
(SAG K10)	Abgangsfeld T5 T4 (nicht im Relaisraum)	Integriert in Steuerung Hilfsbetriebe
SAG K11	Wasserwiderstand	Integriert in Steuerung Hilfsbetriebe
(SAG K12)	Kopplung SAG SS1 – SS2 (nicht im Relaisraum)	Integriert in Steuerung Hilfsbetriebe
Palette	Synchronisation für alle Maschinen	Integriert in jeder neuen Maschinensteuerung
Palette	Trafo 4: Schutz, Steuerung + Alarmer	Integriert in Steuerung Hilfsbetriebe
Palette	Trafo 5: Schutz, Steuerung + Alarmer	Integriert in Steuerung Hilfsbetriebe
	Unterstelle LWL	Versetzung wenn möglich
	Steuerung Rechenreinigungsmaschine Z1 + Z2	Integriert in Steuerung Hilfsbetriebe
	Vibrationsüberwachung für Anlagen in Z1 +Z2	Vibrationsüberwachung für jede Maschine in Maschinensteuerung
	Signale/Steuerung für Kommandopult + Tafeln	Integration in das neue Kraftwerksleitsystem. Ev. Ansteuerung über dezentrale I/O's.
	Restliche Signale/Steuerung	Demontage/Versetzung nach Bedarf. Integration über dezentrale I/O's in das neue Kraftwerksleitsystem.

4.9.6 Kabelwege - Erneuerung Verbindung KW – UWA

Die bestehende Verbindung zwischen KW und UWA über die Kabeltrasse unter dem UW Fussgängersteg muss bei Bauphase 1 entfernt werden. Vorgängig wird eine neue permanente Brücke mit Kabeltrasse über den UW-Kanal gebaut.

Wenn möglich werden die Arbeiten vor oder gleichzeitig mit dem Baubeginn erneuert. Es ist folgende Vorgehensweise geplant:

- Für die Signalkommunikation wird eine Umlegung auf LWL welche nicht über den UW Fussgängersteg geführt sind in Betracht gezogen.

- Bestehende NS Verbindungen werden während der Umlegung erneuert.
- Bestehende MS Verbindungen werden während der Umlegung erneuert.

Nachfolgende Übersicht zeigt den aktuellen Bestand an betroffenen Versorgungsleitungen:

Tab. 4.9: MS-Leitungen.

Typ und Bezeichnung	Spannung [kV]	Strom [A]	VON	BIS	Anzahl Leitungen	Cu-Querschnitt [mm ²]	Länge [m]	Biegeradius [mm]	Aussen Ø [mm]
400 XKT // 240 XKDT	8.6	1023	SAG	T5	3 x 1 // 3 x 1	400 240	250	550 590	45.7 39.3
400 XKT	8.6	1190	SAG	T4	2 x (3 x 1)	400	250	550	45.7
500 XKT	16	1040	Speer-Filter	T1	3 x (3 x 1)	500	205	600	49.8
240 PPb	16	420	SAR	TS Bergstrasse	1 x 3	240			
240 PPb	16	420	SAR	TS Gönhardweg	1 x 3	240			
240 XKT-YT	8.6	540	G1	SAG	2 x (1 x 3)	240		550	45.7

Tab. 4.10: NS-Leitungen.

Typ und Bezeichnung	Spannung [kV]	Strom [A]	VON	BIS	Anzahl Leitungen	Cu-Querschnitt [mm ²]	Länge [m]	Biegeradius [mm]	Aussen Ø [mm]
	110 DC		NS-HV KW	NS-HV SA 100kV	2 x 1			n/a	
	400 AC		NS-HV KW	NS-HV Trafohaus	2 x 3 x 1			n/a	
	400 AC		NS-HV KW	NS-HV SA 100kV	3 x 1			n/a	

4.10 Dotierkraftwerk

4.10.1 Turbine

Für das Dotierkraftwerk ist der Einbau einer vertikalen Kaplan turbine vorgesehen (Hauptdaten siehe Kap. 4.7.2). Die Einlaufspirale wird bauseitig in Beton ausgeführt. Die Saughöhe wurde mit +1 m festgelegt und basiert auf einem relativ schlechten Kavitationsbeiwert δ . Bei dieser Einbaulage hat die Turbine bei 23 m³/s und 4.28 m Fallhöhe noch eine Kavitationsreserve von 1 m. Die Kaplan turbine selbst besteht aus dem Einlauf ring mit festen Schaufeln, dem Leitapparat mit verstellbaren Leitschaufeln, dem Turbinendeckel, dem Saugrohr aus Stahl, wobei der horizontale Teil des Saugrohrs auch direkt bauseits in Beton ausgeführt werden kann. Der Läufer besteht aus dem Kaplanlaufrad mit vier verstellbaren Flügeln aus rostfreiem Material GX 4 Cr Ni 13 4 und der Turbinenwelle. Die Turbine verfügt über ein Führungslager, welches entweder als wassergeschmiertes oder als ölgeschmiertes Lager ausgeführt werden kann. Die Wellendichtung wird als Gleitringdichtung mittels Keramik oder Teflonringen ausgeführt. Die Turbine ist mit einem Ölhydraulikaggregat zur digitalen Turbinenregulierung zur Verstellung der Laufrad- und Leitschaufeln ausgestattet. Der Servomotor zur Laufradverstellung befindet sich voraussichtlich in der Laufradnabe. Die

Öleinspeisung erfolgt oberhalb des Generators NAS Lagers. Die Turbine ist fest an einen langsam laufenden Generator gekuppelt. Das Traglager, welches sowohl das Gewicht des Rotors, der Turbinenwelle und des Laufrades wie auch den hydraulischen Schub in vertikaler Richtung aufnimmt ist oben am Generator angeordnet und gehört zum Lieferumfang des Generators.

Bei der Turbine handelt es sich auf Grund der Leistung um eine standardisierte Kleinturbine.

4.10.2 Hilfssysteme

4.10.2.1 Kühlwassersystem

Die Dotierturbine Aarau verfügt über ein eigenes, unabhängiges Kühlwassersystem. Mit dem Kühlwassersystem werden die in der Kühlluft des Generators sowie die in den Generator NAS und AS Lager anfallende Wärmeleistungen abgeführt. Die Rückkühlung des Kühlwassers im OW-Kanal erfolgt mittels eines UW-Kühlers. Zur Konstanthaltung der Kühlwasservorlauftemperatur wird bei tiefen Aarewassertemperaturen ein Teil des erwärmten Kühlwassers über die By-Pass-Leitung geleitet. Der Regelkreis besteht aus der Temperatursonde CT001, dem Regler und dem 3-Weg-Regelventil AA001. Im Winter wird ein Teil der im Generator anfallenden Warmluft über ein Heizregister AW084 zur Heizung des Gebäudes benutzt. Um in diesem Heizregister ein möglichst hohes Temperaturniveau zu erhalten, wird von Regulierung der Kaltwassertemperatur auf Regulierung der Warmwassertemperatur (CT002) umgeschaltet. Auf Grund der hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit des Kühlwassersystems ist dieses komplett mit rostfreien Leitungen in der Materialqualität V4A versehen. Sämtliche Komponenten sind entweder ebenfalls aus rostfreiem Stahl oder weisen eine Gummi oder Epoxyauskleidung auf.

Bei der Kühlwasserpumpe handelt es sich um eine rostfreie dichtungslose Spaltrohrmotorpumpe. Zur Kompensation allfälliger Leckagen, zur Aufnahme von Wärmeausdehnungen und von Druckstößen ist saugseitig der Pumpen ein Expansionsautomat angeschlossen. Der Expansionsautomat verfügt über eine Druckregulierung und gibt einen Alarm, falls das Wasserniveau zu weit abgesunken ist. Die Durchflussmenge durch den Generatorkühler wird mittels magn. induktiven Durchflussmesser CF020, 030, 040 gemessen. Bei zu tiefen Durchflussmengen erfolgt eine Alarmanzeige und Abschaltung der Pumpe. Der Systemdruck wird mittels des Drucktransmitters CP001 überwacht. Die Kühlwasser-Vorlauftemperatur wird mittels der Temperatursonde CT001 überwacht. Vor und nach jedem Wärmetauscher sind Vorortthermometer installiert. Der Kühlwasserkreislauf ist mit einem Gemisch von 70 % Trinkwasser und 30 % Gefrierschutz gefüllt. Die Systementlüftung erfolgt über die automatische Entlüftungsarmatur S300, S301, S302, S303. Kleinere Wassermengen können im Betrieb über den Ortwasseranschluss beim Stortz Anschluss X195 nachgespiesen werden.

Tab. 4.11: Wassertemperatur.

Primärkreis:	Aarewasser min.	1	°C
	Aarewasser max.	22	°C
Sekundärkreis:	Kaltwassertemperatur	27	°C
	Warmwassertemperatur	33	°C

Tab. 4.12: Wärmetauscher.

Generatorkühler			
Abzuführende thermische Leistung	P	35	kW
Durchflussmenge	Q	1.6	l/s
Vorlauftemperatur	T	27	°C
Rücklauftemperatur	T	33	°C
Druckverluste wasserseitig		10	m w.s.
Typ	Luft-Wasser Lamellen Rohrbündel- wärmetauscher		
Kühler NAS Lager			
Abzuführende thermische Leistung	P	3	kW
Durchflussmenge	Q	0.15	l/s
Vorlauftemperatur	T	27	°C
Rücklauftemperatur	T	33	°C
Druckverluste wasserseitig		10	m w.s.
Typ	Kühlschlange		
Kühler AS Lager			
Abzuführende thermische Leistung	P	1	kW
Durchflussmenge	Q	0.05	l/s
Vorlauftemperatur	T	27	°C
Rücklauftemperatur	T	33	°C
Druckverluste wasserseitig		10	m w.s.
Typ	Kühlschlange		
Rückkühler			
Abzuführende thermische Leistung	P	39	kW
Durchflussmenge	Q	1.8	l/s
Vorlauftemperatur	T	33	°C
Rücklauftemperatur	T	27	°C
Druckverluste wasserseitig		ca. 3	m w.s.
Typ	Wärmetauschplatte		

Tab. 4.13: Kühlwasserpumpen.

Fördermenge	Q	1.8	l/s
Förderhöhe	H	24	m w.s.
Leistungsbedarf	P	1.9	kW
Installierte Leistung	P ₁	2.1	kW
Drehzahl		2800	U/min
Laufreddurchmesser		150	mm
Auslegung		1x100	%
Baugrösse		3-160-2	
Bauart	In-Line - rostfrei		

4.10.2.2 Drainage- und Entleerungssysteme

Das Drainage- und Entleerungssystem besteht aus dem sich an der tiefsten Stelle des Kraftwerks befindlichen Pumpensumpf, in welchem zwei Tauchmotorpumpen aufgestellt sind. Jede dieser Tauchpumpen verfügt über eine Steigleitung mit Rückschlagklappe. Die Rückgabequote befindet sich über dem höchsten Niveau der Aare. Sämtliche Drainagen im Kraftwerk gelangen über bauseitig verlegte Drainageleitungen in den Pumpensumpf. Mittels der Schieber AA100 und AA101 können die Saugrohre der Turbine entleert werden. Das Schachtniveau wird kontinuierlich mittels der Sonde CL200 erfasst. Bei Versagen dieser Sonde werden die Pumpen mittels des Schwimmerschalters CL201 bis CL205 gesteuert. Der Pumpensumpf ist weiter mit einem Öldetektor CQ210 ausgestattet.

Tab. 4.14: Drainage- und Entleerungssysteme.

Fördermenge	Q	2x16	l/s
Förderhöhe	H	16.0	m w.s.
Leistungsbedarf	P	4.1	kW
Installierte Leistung	P ₁	4.2	kW
Drehzahl		2880	U/min
Auslegung		2x50	%
Bauart		Tauschmotorpumpe	

4.10.2.3 Lüftung

Sowohl der Zuluftmonoblock wie auch die Abluftklappe befinden sich im Erdgeschoss des neuen Kraftwerkgebäudes. Die Frischluft wird durch die Wandöffnung auf der Unterwasserseite des Zentralengebäudes mittels dem Ventilator AN104 des Monoblocks angesogen und über den Zuluftkanal zur Maschinengruppe gefördert, wobei fünf verschiedene Austrittsöffnungen mit einstellbaren Jalousien vorgesehen sind. Der Monoblock besteht aus der Gliederklappen-Kombination AA103 für Frischluft, Umluft oder gemischten Betrieb, Schalldämpfer BS102, Filter AT101, Ventilator AN104. In Folge des Überdrucks in der Zentrale wird die erwärmte Abluft über die Gliederklappe AA121 entweder nach aussen (Sommer) oder über die Rezirkulationsklappe AA103 (Winter) zum Zuluftmonoblock geleitet. Durch das Zuluftkanalsystem wird die kühle Luft zu den Verbrauchern gebracht. Die Kanäle sind so ausgelegt, dass die maximale Geschwindigkeit den Wert von 8 m/s nicht übersteigt. Die Anlage ist mit Schalldämpfern in der Zuluft BS102 respektive Abluft BS120 ausgestattet.

Das Lüftungssystem befindet sich dauernd in Betrieb - bei stehender wie auch bei laufender Maschinengruppe. Die Lüftungsanlage ist ungeregelt. Die Umstellung von Sommerbetrieb auf Winterbetrieb (Rezirkulation) erfolgt von Hand.

Es liegen die folgenden Abwärmeleistungen für das Kraftwerkshaus vor:

- Turbinenschacht	2.0	kW
- Abstrahlwärme Ölhydraulikaggregat	2.4	kW
- Generatorabstrahlung	10.0	kW
- 4 Steuerschränke	2.0	kW
- Trafo	10.0	kW
Total	26.4	kW

Maximale Lufteintrittstemperatur (ohne Kühlung)	30	°C
Zugelassene Erwärmung ΔT	8	°C
Maximale Austrittstemperatur	38	°C

In der Zentrale vorhandenes Luftvolumen 500 m³
Stündliche Umwälzung ca. 20
vorgesehene Monoblockgrösse 16 x 12"

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{\Delta T \cdot c_p} = \frac{26.0 \text{ kW}}{8 \times 1.007 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} = 3.22 \text{ kg / s} = 2.72 \text{ m}^3 / \text{s} = \underline{\underline{9'823 \text{ m}^3 / \text{h}}}$$

In der Zentrale vorhandenes Luftvolumen 500 m³
⇒ Stündliche Umwälzung ca. 20
vorgesehene Monoblockgrösse 16 x 12"

4.10.2.4 Brandmeldeanlage

Beim Ansprechen des Brandmelders CX140 im Dotierkraftwerk wird das Lüftungssystem ausser Betrieb gesetzt und ein Alarm an die KW-Leitstelle und an die Feuerwehr weitergeleitet.

4.10.2.5 Krananlagen

Im Maschinenhaus ist ein Zweischienen Ein- oder Zweiträger Kran mit einer Tragfähigkeit von 3 bis 5 t vorgesehen. Mit diesem Kran ist es möglich die folgenden Bauteile zu montieren, respektive zu demontieren:

- Turbinenlaufrad mit Turbinenwelle
- Leitapparat resp. Leitschaufeln
- Turbinendeckel
- Ölhydraulikaggregat
- Elektroschränke
- Kleinteile und Kleinkomponenten

Die Tragfähigkeit dieses Krans ist in der Ausführungsphase definitiv in Funktion der oben erwähnten Bauteile festzulegen. Der einzubetonierende Saugrohrkrümmer wird in der Erstellungsphase des Kraftwerks mittels Bau oder Mobilkran gesetzt. Die Montage und Demontage des Generators, welcher 25 bis 30 t wiegt, erfolgt mittels eines Pneukrans. Der Generator wird durch die Montagelücke im Dach ins Maschinehaus gebracht.

Tab. 4.15: Hauptdaten des Maschinenhauskrans.

Typ	2 Schienenkran 1 Träger mit hängender Katze	
Tragfähigkeit	3 bis 5	t
Kranbahnlänge	12.0	m
Spur	ca. 8.0	m
Hub	max. 12.0	m

4.10.3 Elektrische Anlagen

4.10.3.1 Generator

Als Generator wird ein vertikalachsiger Synchrongenerator vorgesehen welcher direkt mit der Kaplanmaschine gekoppelt ist. Seine Leistung wird durch die maximale Turbinenleistung und den geforderten Leistungsfaktor $\cos \varphi$ bestimmt. Die Drehzahl ist durch die Auslegung der Turbine gegeben. Das Axiallager der Maschinengruppe befindet sich oben am Generator und ist für beidseitigen Schub ausgelegt. Die elektrisch bedingten Wärmeverluste des Generators sowie die Wärmeverluste welche in den Lagern anfallen werden mit einem Kühlwassersystem abgeführt. Als Erregungssystem ist eine bürstenlose Wechselstromerregemaschine mit rotierender Diodenbrücke vorgesehen. Der Generator speist auf die 0.4 kV Hauptverteilschiene der NS Verteilung.

Technische Hauptdaten:

Normen IEC60034

Generator-Nennleistung SN = 1.1 MVA

$\cos \varphi = 0.8$

Nennspannung UG = 400 V \pm 5 %

Drehzahl nG = 176.5 min⁻¹

4.10.3.2 Transformator

Die produzierte Energie wird durch den Transformator ins MS-Netz der IBAAarau eingeleitet. Der Dreiphasen-Transformator hat eine Nennleistung von 1250 kVA und eine Nennspannung von 8.6/0.4 kV. Die Auslegung des Transformators ergibt sich aus der Leistung der Maschinengruppe. Die Abmessungen des Transformators sind ungefähr: LxBxH = 1700x1000x2000 und es wird nach Möglichkeit ein Giessharztransformator vorgesehen.

4.10.3.3 Mittelspannungsschaltanlage

Die 8.6 kV Mittelspannungsschaltanlage schaltet die Energie zwischen der SAG Schaltanlage im KW Aarau und dem Transformator im Dotierkraftwerk.

4.10.3.4 Steuerung

Die Steuerschränke beinhalten alle Einrichtungen für einen automatischen und unbemannten Kraftwerksbetrieb. Es sind anreihbare Normschränke vorgesehen welche mindestens folgende Hauptkomponenten enthalten:

- Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) zur Gruppensteuerung und Turbinenregelung
- Signalaustausch mit dem Kraftwerk Aarau
- Automatischer Spannungsregler
- Drehzahlüberwachung
- Synchronisierung
- Schutzeinrichtungen für Generator und Transformator
- Niederspannungsverteilungen (Hilfsbetriebe, Nebenanlagen, Haustechnik)

Alarm- und Messwertanzeige werden auf den Schranktüren angebracht. Mit Ausnahme weniger Drucktasten erfolgt die Kommunikation des Operators zur SPS mittels MMI.

4.10.3.5 Eigenbedarfsversorgung

Der Eigenbedarf wird von der 0.4 kV Hauptverteilschiene der NS Verteilung gespeist. Die Hilfsbetriebe, d.h. die verschiedenen Verbraucher die den Prozess der Gruppe Turbine-Generator betreffen, werden aus der Eigenbedarfsversorgung mit Wechsel und Gleichspannung versorgt. Für die gesicherte Stromversorgung werden batteriegepufferte Gleich- und Wechselrichteranlagen vorgesehen. Aus der Dotierzentrale werden auch die Apparate und Geräte der Wehrsteuerung gespeist. Von der 0.4 kV Hauptverteilschiene der NS Verteilung wird eine entsprechende Verbindung zu den Wehranlagen realisiert. In den Wehranlagen selbst ist ein Notstromdieselaggregat installiert welches über diese gleiche Verbindung das Dotierkraftwerk versorgen kann. Bei Ausfall der Netzeinspeisung, und der Dotierturbine, kann das Dotierkraftwerk von diesem Aggregat mitversorgt werden. Im Gegenzug kann das Dotierkraftwerk bei Netzausfall die Wehranlagen weiter versorgen und bildet damit zusammen mit dem Notstromdieselaggregat eine doppelt redundante Versorgung für beide Anlagen.

4.11 Stahlwasserbau

4.11.1 Neue Schwallentlastungsschützen

Die im Bereich der Zentrale 2 angeordneten HW-/Schwallentlastungsöffnungen werden mit einer Klappe abgesperrt. Bei geschlossener Klappe liegt die Oberkante der Klappe 20 cm über dem Wasserspiegel. Dies verhindert einerseits ein Überlaufen von Wasser im Normalfall, es erlaubt aber andererseits auch eine kurzzeitige Öffnung der Klappe, damit sich keine grosse Welle im OW-Kanal nach Ausfall der Maschinengruppen bilden kann. Beim Öffnen der Klappe kann Wasser sowie Schwemmgut einfach ins UW geleitet werden.

Jede Klappe wird mit zwei unterliegenden ölhydraulischen Druckzylindern angetrieben. Das hydraulische Steueraggregat für die Schwallentlastungsschützen ist im Turbinenschacht, kombiniert mit dem Hydraulikaggregat der Turbine, aufgestellt. Die Steuergeräte für die einzelnen Klappen sind auf einer Steuertafel der Wasserhaushaltsregulierung zusammengefasst. Die Verbindung vom Hydraulikaggregat zu den Hydraulikzylindern der Schützen erfolgt über Leitungen, die auf Pritschen in den Kontrollgang geführt werden.

4.11.2 Sanierung und Instandstellung Wehrschützen

Die bestehenden Zugsegmentschützen des Stauwehrs bleiben in ihrer heutigen Form erhalten und werden im Rahmen der Erneuerung der Wehranlage saniert. Die Sanierungsarbeiten umfassen die periodisch notwendige (ca. alle 20 Jahre) Erneuerung des Korrosionsschutzes und der Dichtungsgummi der Schützen wie auch die Anpassung und Erneuerung der elektrischen Steuerung und der Hydraulikanlage.

4.11.3 Dammbalken

Die OW- und UW_Dammbalken dienen bei Inspektions- und Revisionsarbeiten an den Turbinen als Wasserabschluss, um die wasserführenden Teile trocken zu legen. Im OW ist es geplant, die Abschlusselemente vor dem Einlaufrechen zu montieren und mit einem Mobilkran einzusetzen. Als UW-Abschluss ist ein 2-teiliger Dammbalken vorgesehen. Das Einsetzen der UW-Dammbalken erfolgt mit einem auf der Brücke über den UW-Kanal stehenden mobilen Kran. Bei laufenden Turbinen können

die Dammbalken in einem unterirdischen, abgedeckten Lagerplatz neben dem Vorplatz gelagert werden.

Die HW-/Schwallentlastungen sind bei Inspektions- und Revisionsarbeiten an den Klappen trocken zu legen. Dafür sind ober- und unterwasserseitig ebenfalls Dammbalkenabschlüsse vorgesehen. Als Oberwasserabschluss sind 2- oder ev. 3-teilige Elemente vorgesehen, welche ebenfalls im unterirdischen Dammbalkenlager neben dem Vorplatz gelagert werden. Im UW werden die UW-Dammbalkenelemente der Turbinen mit einem Mobilkran eingesetzt. Die Elemente müssen für den Einsatz bei den Schwallentlastungen mit Verlängerungsstücken ausgerüstet werden. Die UW-Abschlüsse der Schwallentlastungen werden selten gebraucht wie bei Arbeiten im Tosbecken (ca. alle 50 Jahre) und bei kleineren Hochwasserabflüssen (bis Q_{10}).

5 Bauvorgang und Materialbewirtschaftung

5.1 Bauvorgang

5.1.1 Massnahmen Stauraum

Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen

Das neue Umgehungsgerinne im Schönenwerder Schachen folgt grösstenteils den vorhandenen Mulden (ehemalige Wasserläufe) durch den Schachenwald. Die Zufahrt zum Gewässer wird durch mehrere Flur- und Waldstrassen gewährleistet. Zur Verkürzung der Bauzeit werden verschiedene Gewässerabschnitte gleichzeitig ausgehoben. Zur besseren Befahrbarkeit der Bau- und Transportgeräte muss je nach Bodenbeschaffenheit teilweise eine Baupiste dem Gerinneverlauf folgend geschüttet werden. Die Aushub- und Gestaltungsarbeiten erfolgen über Kopf, d.h. die Baupiste wird mit dem Gerinneaushub und nach Ausbildung der kiesigen Sohle sukzessive rückgebaut. Es wird entgegen der Fliessrichtung des Gerinnes gearbeitet (von unten beim Dotierkraftwerk nach oben zum Einlaufbauwerk), wodurch gewährleistet wird, dass anfallendes Wasser durch den bereits erstellten Wasserlauf abfliessen kann.

5.1.2 Massnahmen Wehranlage, Einlauf OW-Kanal und Dotierkraftwerk

Sanierung Wehranlage

Die Arbeiten für die Sanierung und Erneuerung des Stauwehrs werden feldweise durchgeführt. Die Baugruben für die Sanierung des Tosbeckens werden mittels Rühl- und Spundwand, sowie mithilfe eines Kastenfangedamms gesichert. Während den Bauarbeiten ist eine offene Wasserhaltung vorgesehen. Zur besseren Geschiebeabwehr sind im Einlaufbereich in den OW-Kanal Lenkungsbauwerke vorgesehen. Diese werden gleichzeitig während den Sanierungsmassnahmen der Wehranlage umgesetzt. Die Lenkungsbauwerke werden aus in die Sohle einverbrierten Spundwänden gebildet. Das Versetzen der Spundwände erfolgt von einem Ponton aus.

Mit der Sanierung der Wehranlage wird erst nach Beendigung der Bauarbeiten bei der Zentrale 2 begonnen. Die Sanierung der Wehranlage kann bei normalen Verhältnissen in einer Bauzeit von rund 12 Monaten realisiert werden.

Neues Dotierkraftwerk, Horizontalrechen, Schwemmgutabzug und Fischabstieg, Anpassung best. Fischpass

Für den Neubau des Dotierkraftwerks und des Schwemmgutabzugs mit Fischabstieg sind ein Baugrubenabschluss mittels Spundwand und Spriessung, sowie eine offene Wasserhaltung vorgesehen.

Die Anpassungsarbeiten für den bestehenden Raugerinne-Beckenpass erfordern lediglich eine natürlich geböschte Baugrube.

Die Bauphasen und Bauzustände der Sanierungsmassnahmen Wehranlagen und Neubau Dotierkraftwerk sind im beiliegenden Plan Nr. P.33.043 dargestellt.

Die Bauzeit für das neue Dotierkraftwerk und den Schwemmgutabzug mit Fischabstieg beträgt im Normalfall rund 12 Monate.

Lenkungsbauwerk für Geschiebedurchgängigkeit

Das aus Spundwänden erstellte Lenkungsbauwerk für den Geschiebedurchgang wird von einem Poton aus gerammt und anschliessend durch Taucher kontrolliert und auf Höhe abgeschnitten.

5.1.3 Massnahmen OW-Kanal/Grien

Die Umsetzung der Massnahmen im und entlang des OW-Kanals erfolgt schrittweise in zwei Bauphasen. Die Arbeiten für den Abtrag des Mitteldamms werden zeitlich mit den übrigen Massnahmen im OW-Kanal kombiniert. Dadurch entsteht nur ein einmaliger Produktionsausfall.

In der **Bauphase 1** wird der OW-Kanal mittels Dammbalken-Verschluss abgetrennt und via Zentrale 1 entleert. Während der Totalabschaltung sind beide Zentralen 1 und 2 ausser Betrieb. In der Bauphase 1 werden alle Massnahmen umgesetzt, die eine Trockenlegung des Kanals erfordern. Es sind dies folgende:

- Aushub Initialrinne, Ausbildung NW-Rinne (F6)
- Verkürzung Mitteldamm (T5)
- Böschungssanierung (T4)
- Sohlenschwelle mit Geschiebeabzug beim bestehenden Dotierkraftwerk, Rückbau bestehendes Dotierkraftwerk (F5)
- Renaturierung Areal Netzbau (U3))
- Seitengewässer im Grien erster Teil: Durchlässe (U7)
- Neubau Brücke zum Mitteldamm (N7), Aufeldbrücke
- Flachwasserzonen OW-Kanal 1 (U9, F7)
- Revitalisierung Erzbach (U11)
- Abflachen Ufer „Alte Badi“ (U13), Bootsrampe (N8) und Ausstiegshilfe für Schwimmer (N9)
- Rückversetzter HW-Schutz im Aarauer Schachen (H1)

In der **Bauhase 2** sind die Zentrale 1 und der OW-Kanal wieder in Betrieb. Umgesetzt werden nun die Massnahmen, die unabhängig von der Kanalabstellung sind:

- Seitengewässer im Grien, Amphibienteich Grien (U7 und U8)
- Amphibienteich Erzbachpumpwerk (U12)

Das Abschaltkonzept und die je nach Bauphase umgesetzten Massnahmen sind im Plan Nr. P.33.051 ersichtlich.

5.1.3.1 Massnahmen OW-Kanal/Grien in Bauphase 1

Verkürzung Mitteldamm, Initialrinne, NW-Rinne, Böschungssanierung

Nach der Fertigstellung des Baugrubenabschlusses für den Neubau der Zentrale 2 kann der OW-Kanal beim Einlaufbereich abgeschottet und entleert werden. Die Totalabschaltung ist von Mitte April bis Ende Oktober vorgesehen. Während dieser 6.5-monatigen Totalabschaltung ist die Zentrale 1 nicht in Betrieb. Zur Ableitung des in den OW-Kanal fliessenden Wassers aus dem Erzbach wird unmittelbar nach der Kanalentleerung eine Initialrinne ausgehoben und das Bachwasser in das UW geleitet. Die Initialrinne dient der Ableitung von Grundwasseraufstösse, Leckwasser, Erzbachwasser und allgemein als Dotierwasserrinne. Es sind keine weiteren Massnahmen zur Wasserhaltung vorgesehen. Der Aushub der Initialrinne wird den anderen

Massnahmen vorgezogen. Das Aushubmaterial der Initialrinne wird seitlich angelegt und später mit der NW-Rinne abtransportiert.

Während der Aushubarbeiten für die Verkürzung des Mitteldamms werden die bestehenden Uferböschungen mit Spritzbeton saniert.

Für die Zufahrt zur Sohle des trockengelegten OW-Kanals und zur Ausbildung eines optimalen Baustellenverkehrs müssen im Zu- und Wegfahrtsbereich je eine Rampe geschüttet werden. Je nach Zustand der kolmatierten Kanalsohle muss zur besseren Befahrbarkeit lokal eine Baupiste geschüttet werden.

Sohlenschwelle mit Geschiebeabzug, Rückbau best. Dotierkraftwerk linksufrig

Während der Trockenlegung der OW-Kanals wird unmittelbar hinter dem Einlaufbereich eine Sohlenschwelle aus Ortbeton als Geschiebeabzug erstellt. Die Arbeiten starten gleichzeitig mit den Aushubarbeiten für den Mitteldamm. Das Geschiebe wird durch das stillgelegte, umgebaute, linksufrige Dotierkraftwerk in den Aarelauf zurückgeleitet. Die elektromechanischen Anlageteile werden entfernt und ein Schieber eingebaut. Für den Rückbau des Dotierkraftwerks und den Einbau der Sohlenschwelle sind 2.5 Monate vorgesehen.

Durchlässe für Seitengewässer im Grien

Nach Abschluss der Arbeiten für die Sohlenschwelle mit Geschiebeabzug werden im entleerten OW-Kanal 1 die Durchlässe aus Ortbeton für das Seitengewässer im Grien realisiert.

Neubau Fussgängerbrücke zum Mitteldamm, Brücke Aufeld

Während der 6.5-monatigen Totalabschaltung wird nach Beendigung der Arbeiten beim Dotierkraftwerk und bei den fertig erstellten Durchlässen für das Seitengewässer Grien eine neue, rund 13 m lange Fussgängerbrücke erstellt. Sie dient als Ersatz für den abgebrochenen Fussgängersteg beim Einlaufbereich. Zudem ist die Brücke Aufeld bei km 2+150 nicht mehr aufgelegt. Damit die Brücke erhalten werden kann, muss sie unterfangen werden. Die Arbeiten an den Brücken können in einer Bauzeit von rund 4 Monaten realisiert werden.

Flachwasserzonen Ufer OW-Kanal 1

Gleichzeitig mit der Verkürzung des Mitteldamms werden Massnahmen zur Aufwertung im OW-Kanal 1 Flachwasserzonen im Uferbereich realisiert. Die Abtrags- und Gestaltungsarbeiten können in einer Bauzeit von rund 1.5 Monaten realisiert werden.

Revitalisierung Erzbach

Während der Trockenlegungsphase wird der Erzbach renaturiert. Die bestehende Betonrinne wird rückgebaut, und das Sohlniveau schliesst bei der Einmündung an die Sohle im OW-Kanal an. Das Bachwasser muss während der Bauphase durch Rohre in den OW-Kanal geleitet werden. Es sind keine weiteren Wasserhaltungsmassnahmen vorgesehen. Das anfallende Material wird an Ort und Stelle wiederverwendet. Für die Revitalisierung des Erzbaches sind rund 3.5 Monate vorgesehen.

Renaturierung Areal Netzbau

Das Areal Netzbau dient in einer ersten Phase als Installations- und Umschlagplatz für die Arbeiten bei der Erneuerung der Zentrale 2. Ab dem Beginn der Arbeiten an der Verkürzung des Mitteldamms wird das Areal von Westen her sukzessive aufgefüllt; die Umgestaltung und Geländemodellierung wird genutzt, um die Materialbilanz

dahingehend zu optimieren, dass weniger Transporte aus dem Projektperimeter anfallen und Deponiekosten gespart werden können.

Abflachen Ufer „Alte Badi“, neue Bootsrampe und neue Ausstiegshilfe für Schwimmer

Unmittelbar nach der Revitalisierung des Erzbachs wird das Ufer im Bereich „Alte Badi“ abgeflacht und rückversetzt. Zudem wird eine Rampe zum Einwassern von Kleinbooten sowie eine Ausstiegshilfe für Schwimmer installiert. Dank der Trockenlegungsphase des OW-Kanals sind dafür keine speziellen Wasserhaltungsmassnahmen vorgesehen.

Rückversetzter HW-Schutz im Aarauer Schachen

Entlang des Aarauer Schachens wird ein rückversetzter HW-Schutzdamm erstellt. Nach dem Ober- und Unterbodenabtrag und seitlicher Zwischenlagerung wird Dammschüttmaterial aus dem Mitteldammabtrag zugeführt (rund 1'600 m³). Anschliessend wird der Ober- und Unterboden wieder angelegt. Die Zufahrt erfolgt über die angrenzende Strasse.

5.1.3.2 Massnahmen OW-Kanal/Grien in Bauphase 2

Seitengewässer im Grien, Amphibienteiche Grien und Erzbachpumpwerk

Nachdem der OW-Kanal und die Zentrale 1 wieder in Betrieb genommen sind, kann mit dem Aushub der Seitengewässer im Grien ausserhalb des OW-Kanals begonnen werden. Die Arbeiten können unabhängig von der Trockenlegungsphase ausgeführt werden. Im Grien wird ein langsam durchströmtes Seitengewässer angelegt und an den OW-Kanal 1 angebunden. Für die Ausbildung dieses Gewässers sind rund 5 Monate vorgesehen. Nach dem Bau des Amphibienteichs Grien wird der Amphibienteich Erzbachpumpwerk ausgehoben. Während der Bauphase des Teichs wird das Wasser des vor der Baugrube gefasst und unterhalb in die bestehende Abflussleitung geführt. Der Ausfluss erfolgt wie gehabt unterhalb der Zentrale. Während den Bauarbeiten für die Zentrale 2 und den Fischpass am linken Ufer wird das Wasser des Häsibachs in die Baugrube geleitet und von dort abgepumpt und ins UW geleitet.

5.1.4 Massnahmen Zentrale 2

Für den Neubau Zentrale 2 wurden die Realisierung in einer und in zwei Bauetappen näher geprüft. Aus rein wirtschaftlichen Gründen ist die Lösung mit zwei Etappen vorzuziehen: geringere Gesamtkosten infolge geringerem Produktionsausfall, da jeweils ein Teil der Maschinen produzieren kann. Werden jedoch die bau- und betriebstechnischen Risiken sowie die Auswirkungen auf die Umwelt und die Anwohner mit einbezogen, so erweist sich die Lösung mit einer Bauetappe als geeigneter. Die Bauherrschaft hat deshalb entschieden, die Zentrale 2 in möglichst kurzer Bauzeit zu erneuern. Das Bauprogramm ist im Anhang 2 dargestellt.

In der ersten Hälfte des 1. Baujahrs werden die Vorarbeiten ausgeführt. Als Vorarbeiten - Bauetappe 0 - ist insbesondere der Bau der Brücke über den UW-Kanal vorgesehen. Die UW-Brücke kann für die Bauarbeiten als Hilfsbrücke sowie für die Umlage der Kabel zum Unterwerk genutzt werden.

Die Bauetappe 1 sieht die Erstellung der Baugrubenabschliessung für den Umbau der Zentrale 2 vor. Sie kann zeitgleich mit den Vorarbeiten ausgeführt werden und wird knapp 1 Jahr dauern. Die Dauer dieser Etappe kann je nach Baugrundverhält-

nissen und Maschineneinsatz sehr unterschiedlich sein. Im Laufe dieser Bauphase werden alle Turbinen der Zentrale 2 abgestellt.

Die Bauetappe 2 beginnt mit der Demontage und Entsorgung der bestehenden Turbinengruppen 1 bis 7. Das Zentralengebäude, in welchem diese Maschinengruppen angeordnet sind, wird dann abgebrochen. Nach dem Abbruch müssen die bestehenden Fundamente des restlichen Zentralengebäudes (im Bereich Mittelbau) mit einer Pfahlwand und mit Mikropfählen gesichert werden, danach wird der Aushub bis zur definitiven Aushubkote ausgeführt. Die Bauetappe 2 wird ca. 5 Monate dauern.

Während der Bauetappe 3 werden die Maschinengruppen 1 und 2 sowie Entlastungen 1 und 2 errichtet. Zuerst wird der Erstbeton gefertigt, danach werden die zu ver-giessenden Turbinenteile montiert. Die restlichen Turbinenteile werden nach dem Zweitbeton montiert. Die Montage der Turbinenteile erfolgt parallel zu den Verkabelungsarbeiten und zu den Bauarbeiten mit dem Rückziehen der Spundwände. Nach Abschluss der Verkabelungsarbeiten wird die Inbetriebsetzung der Maschinengruppen stattfinden.

Der Bau des neuen Fischpasses am linken Ufer ist in der Bauetappe 3 geplant.

Die Gesamtdauer des Umbaus der Zentrale 2 dauert ca. 3 Jahre.

Baugruben und Wasserhaltung

Die Baugrubenabschliessung ist als Kastenfangedamm vorgesehen. Es werden zwei parallel verlaufende Spundwände einvibriert und gegenseitig verankert. Der Raum zwischen den Spundwänden (Kasten) wird mit Erdmaterial aufgefüllt, womit der Fangedamm durch sein Eigengewicht selbständig steht und den Wasserdruck aufnehmen kann.

Ein einfacher Spundwandfangedamm kommt bei einer so grossen und tiefen Baugrube nicht in Betracht, weil die notwendigen Spriessungen zu lang wären. Der Vorteil der Lösung mit dem Kastenfangedamm ist, dass die Baugrube von Spriessungen frei bleibt, was die Betonarbeiten und vor allem die Schalung- und Bewehrungsarbeiten vereinfacht. Zusätzlich kann die Oberfläche des Kastenfangedamms, v.a. im OW, als Installationsfläche genutzt werden.

Zur Gewährleistung des HW-Schutzes der Baugrube wird der Fangedamm auf eine Kote von 372 m ü.M. hochgezogen. Da das Terrain links- und rechtsufrig entlang des OW-Kanals grösstenteils unter 372 m ü.M. liegt, kommt es bei einem HW allenfalls zu Ausuferungen, jedoch ohne dass die Baugrube betroffen wird. Folglich ist sichergestellt, dass die Bauarbeiten auch während normalen HW-Perioden ohne Komplikationen vorangetrieben werden können. Auch wenn der Betrieb der Zentrale 2 eingestellt wird und/oder eine Öffnung des Wehrs Schönenwerd ausser Betrieb ist (n-1-Bedingung), erreicht der Wasserspiegel bei HQ₁₀₀ beim Wehr die Kote 372 m ü.M. nicht.

Während den Bauarbeiten wird trotz Einbau von Spundwänden eine Wasserhaltung notwendig sein. Die Wasserhaltung ist als offene Wasserhaltung vorgesehen.

KW-Betrieb während den Bauetappen

Die bestehenden Maschinengruppen der Zentrale 2 bleiben während der Vorarbeiten in Betrieb. Mit der Bauetappe 1 werden die Turbinen 1 bis 7 laufend nacheinander ausser Betrieb gesetzt. Die Turbinen der Zentrale 1 (Turbine 8, 9, 10 und 11) sind

während der gesamten Bauzeit ausser der 6.5-monatigen Totalabschaltung für die Arbeiten im OW-Kanal (Kapitel 5.1.3) in Betrieb. Mit dem gewählten Bauablauf können während allen Bauphasen mindestens 140 m³/s in der Zentrale 1 turbinieren werden.

5.2 Bauprogramm

Im Folgenden wird die Dauer der Bauarbeiten im Bereich OW-Kanal/Grien (Tab. 5.1), Wehr, Einlauf OW-Kanal und Dotierkraftwerk (Tab. 5.1) und HW-Schutz (Tab. 5.3) aufgeführt. Die Arbeiten für den Retrofit der Kaplansturbinen in der Zentrale 1 werden zeitversetzt erst nach Ablauf der Lebensdauer der heutigen Maschinen in den Jahren 2035 - 2036 vorgenommen (vgl. Gesamtablauf in **Anhang 2**).

Tab. 5.1: Bauarbeiten im Bereich OW-Kanal/Grien.

Massnahme	Bauzeit
Verkürzung Mitteldamm (T5), Böschungssanierung OW-Kanal (T4), Aushub Initialrinne und Ausbildung NW-Rinne (F6)	ca. 6.5 Monate (April 2016 bis Okt. 2016)
während der Kanalabschaltung werden folgende weitere Massnahmen gleichzeitig umgesetzt: <i>Sohlenschwelle mit Geschiebeabzug im Bereich des bestehenden, linksufrigen Dotierkraftwerks, Rückbau bestehendes Dotierkraftwerk (F5)</i>	ca. 2 Monate
<i>Durchlässe für Seitengewässer im Grien (U7 und U8)</i>	ca. 1 Monate
<i>Neubau Brücke zum Mitteldamm (N7), Aufeldbrücke</i>	ca. 4 Monate
<i>Flachwasserzonen OW-Kanal 1 (U9, F7)</i>	1 Monat
<i>Revitalisierung Erzbach (U11)</i>	
<i>Abflachen Ufer „Alte Badi“ (U13), neue Bootsrampe (N8) und neue Ausstiegshilfe für Schwimmer (N9)</i>	ca. 3 Monate ca. 2 Monate
Renaturierung Areal Netzbau (U3) und neue Kahnbahn (N10)	ca. 10 Monate (Mai 2016 bis Feb. 2017)
Seitengewässer und Amphibienteich im Grien (U7 und U8)	ca. 5 Monate (März. bis Juli 2017)
Amphibienteich Erzbachpumpwerk (U12)	ca. 1 Monat (Aug./Sept. 2017)

Tab. 5.2: Bauarbeiten im Bereich Wehr, Einlauf OW-Kanal und Dotierkraftwerk.

Massnahme	Bauzeit
Neubau Dotierwasserkraftwerk (T3), Anpassung Mündung best. Raugerinne-Fischpass (F2),	ca. 12 Monate (Okt. 2017 bis Okt. 2018) (frühester Termin)
Sanierung Wehranlage (T2), Erneuerung Tosbecken (F3), Horizontalrechen mit Schwemmgutabzug und Fischabstieg (F4), Verbreiterung Wehrbrücke für Langsamverkehr (N12), Lenkungsbauwerk für Geschiebedurchgängigkeit (U4)	ca. 11 Monate (März 2018 bis Feb. 2019) (frühester Termin)
Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen (U1)	ca. 12 Monate (März 2015 bis Feb. 2016)

Tab. 5.3: Bauarbeiten HW-Schutz.

Massnahme	Bauzeit
Schüttung rückversetzter HW-Schutzdamm im Aarauer Schachen (H1)	ca. 3 Monate (Aug. bis Okt. 2016)
HW-Schutz entlang Aarauer Pferderennbahn (Teil Kanton Aargau)	ca. 1 Monat Die Umsetzung der Massnahme ist kantonsübergreifend und mit dem „Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Aare, Olten – Aarau“ (Kanton Solothurn) zu koordinieren.
HW-Schutz Sportanlage (informativ)	
„Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Aare, Olten – Aarau“ durch den Kanton Solothurn (informativ)	ca. 5.5 Jahre. (Realisierung durch Kanton Solothurn voraussichtlich ab 2014)

5.3 Materialbewirtschaftung

Eine detaillierte Skizze mit den ab- und zuzuführenden Massen für das Konzessions- und Bauprojekt ist im Plan Nr. P.33.053 dargestellt.

Gesamthaft fallen 239'850 m³ Abtrag- und Aushubmaterial an. Der Waldoberboden (3'100 m³) und der Ober- und Unterboden (11'650 m³) können vollständig vor Ort wieder angelegt werden. Weiter wird Material für Dammschüttungen und die Geschiebereaktivierung der Alten Aare wieder verwertet. So verbleiben total 55'700 m³ zur Wiederverwertung. 169'400 m³ Abtrag- und Aushubmaterial müssen abgeführt werden.

Die vorgenommenen Verteilungen der Kubaturen nach Aushubkategorie (Waldoberboden, Ober- und Unterboden, Auffüllungen, Feinsedimente, Kiessand und Feld) stützen sich auf die in Kap. 1.3 erwähnten Grundlagen. Für die Materialbestimmung des Mitteldamms wurden die Sondierschächte 09-24 bis 09-27 (Dr. Heinrich Jäckli AG vom 18. Dezember 2009) verwendet.

Mit der Wiederverwendung der anfallenden Kubaturen vor Ort, der Wiederverwertung und Verkauf der anfallenden Kiessande und deren teilweise Verwendung für die Geschiebereaktivierung in der Aare können die Massenflüsse und damit die Umweltauswirkungen minimiert werden.

An folgenden Stellen kann anfallendes Material an Ort wiederverwendet werden:

1. Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen:
Wiederverwendung Waldoberboden, Kiessand als Sohlsubstrat
2. Verkürzung Mitteldamm: Verwendung eines Teils des Abtragmaterials (1'600 m³) für die Dammschüttung rückversetzter HW-Schutz und 3'000 m³ zur Geschiebereaktivierung Aare. 800 m³ Ober- und Unterboden und 32'000 m³ Kiessand werden für die Terrainanpassung beim der Renaturierung Areal Netzbau benötigt.
3. Revitalisierung Erzbach: Verwendung gesamtes Material an Ort und Stelle, zusätzlicher Einbau von Ober- und Unterboden vom Amphibienteich Erzbachpumpwerk
4. Rückversetzter HW-Schutz: Verwendung gesamtes Material an Ort und Stelle, zusätzlicher Einbau Abtragmaterial vom Mitteldamm
5. Seitengewässer im Grien: Verwendung gesamtes Material an Ort und Stelle
6. Amphibienteich Erzbachpumpwerk: Verwendung der 250 m³ Ober- und Unterboden für die Revitalisierung Erzbach.
7. Anpassung Wehranlage und neues Dotierkraftwerk: 3'000 m³ zur Geschiebereaktivierung Aare
8. Umbau Zentrale 1 und 2: 3'000 m³ zur Geschiebereaktivierung Aare
9. Renaturierung Areal Netzbau: 800 m³ Ober- und Unterboden und 32'000 m³ Kiessand, die im Zusammenhang mit der Verkürzung Mitteldamm anfallen, werden für die Terrainanpassung beim der Renaturierung Areal Netzbau benötigt.

Tab. 5.4: Gesamtkubatur anfallenden, wiederverwertbaren und abzuführenden Materials, alle Massen im m³ (lose).

	Anfallendes Abtrag- und Aushubmaterial, davon:										Anfallendes Material																	
	Wiederverwertung Innerhalb Projekt					Abzuführendes Material					Anfallendes Abtrag- und Aushubmaterial					Anfallendes Material												
	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden	Waldböden	A- und Unterboden
	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose	m³ lose
Umbau Zentrale 1 und 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Umbau Zentrale 1 und 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen	1'300	0	2'600	0	0	0	12'900	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Umgehungsgerinne	1'300	0	2'600	0	0	0	12'900	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verkürzung Mitteldamm	400	10'000	0	800	0	0	3'200	52'000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rückbau ungenügend entfernter Mitteldamm	0	700	0	0	0	0	0	24'000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aushub Initialrinne	0	0	0	0	0	0	0	13'000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aushub NW-Rinne	0	0	0	0	0	0	0	27'000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flachwasserzonen rechtes Ufer OUV-Kanal I	0	0	0	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Abtrag Mitteldamm, Abtrag NW-Rinne und Flachwasserzonen	400	10'700	0	800	0	0	3'800	116'000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Revitalisierung Erzbach	0	120	0	400	0	0	0	900	900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphibienteich Erzbachpumpwerk	0	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Revitalisierung Erzbach, Amphibienteich	0	120	0	650	0	0	0	900	900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aufziehen Ufer "Alte Badl"	50	0	0	0	0	0	0	0	1'300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Abflachen Ufer "Alte Badl"	50	0	0	0	0	0	0	0	1'300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Seitengewässer im Grien, Amphibienteich	0	0	0	2'000	0	0	0	5'500	5'000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Seitengewässer im Grien	0	0	0	2'000	0	0	0	5'500	5'000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Renaturierung Areal Nezbau	1'000	0	0	3'900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Renaturierung Areal Nezbau	1'000	0	0	3'900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rückversetzer HW-Schutz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Rückversetzer HW-Schutz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anpassung Wehranlage und neues DoltKW	0	1'000	0	0	0	0	2'500	0	5'500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total neue Wehranlage und Doltkraftwerk	0	1'000	0	0	0	0	2'500	0	5'500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Installationsplätze	0	0	500	4'300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Installationsplätze	0	0	500	4'300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2'750	26'920	3'100	11'650	0	4'000	27'600	165'500	9'000	3'100	11'650	6'400	39'500	9'800	3'100	11'650	6'400	39'500	9'800	2'750	26'920	0	0	4'000	21'200	136'200	9'000	170'400

5.3.1 Massnahmen Stauraum

Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen

Beim Aushub des Umgehungsgerinnes fallen rund 16'300 m³ Aushubmaterial an (2'600 m³ Waldoberboden, 12'900 m³ Feinsedimente und 800 m³ Kiessand). Der Waldoberboden (0.15 bis 0.20 m) und der Kiessand (Sohlsubstrat) werden an Ort wiederverwendet. Die Feinsedimente müssen in eine Unternehmerdeponie geführt werden.

5.3.2 Massnahmen Wehranlage, Einlauf OW-Kanal und Dotierkraftwerk

Sanierung Wehranlage und neues Dotierkraftwerk

Für die Sanierung der Wehranlage und den Neubau des Dotierkraftwerks fallen rund 9'000 m³ Baugrubenaushubmaterial an (1'000 m³ Betonabbruch, 2'500 m³ Feinsedimente und 5'500 m³ Kiessand). Ein Teil des Kiessand-Aushubmaterials kann für die Geschiebereaktivierung in der Aare (3'000 m³) deponiert werden. Der Rest muss in eine Unternehmerdeponie geführt werden. Der restliche Kiessand (total 2'500 m³) wird aufbereitet und verkauft. Die Feinsedimente und das Betonabbruchmaterial werden in die Unternehmerdeponie geführt.

5.3.3 Massnahmen OW-Kanal/Grien

Verkürzung Mitteldamm, Initialrinne, NW-Rinne und Renaturierung Areal Netzbau

Bei der Verkürzung des Mitteldamms um 750 m fallen rund 800 m³ Ober- und Unterboden, 3'200 m³ Feinsedimente und 52'000 m³ Kiessand an. Der Ober- und Unterboden und 32'000 m³ des Kiessand-Aushubmaterials kann für die Terraingestaltung im Rahmen der Renaturierung Areal Netzbau verwendet werden. Ein weiterer Teil des Kiessandes kann als Dammschüttung (1'600 m³) für den geplanten, rückversetzten HW-Schutz im Aarauer Schachen sowie für die Geschiebereaktivierung in der Aare (3'000 m³) deponiert werden. Der restliche Kiessand (total 15'400 m³) wird via Unternehmerdeponie aufbereitet und verkauft. Die Feinsedimente werden in die Unternehmerdeponie geführt.

Für den Aushub der Initial- und später der NW-Rinne müssen rund 40'000 m³ Kiessand abtransportiert werden. Der Rückbau des ungenügend entfernten Mitteldammes zwischen dem bestehenden Biberspitz und der Zentrale (Abb. 4.12) führt zu 24'000 m³ Aushub an Kiessand und zu 700 m³ Betonabbruch. Der Kiessand kann aufbereitet und verkauft werden, der Betonabbruch muss in eine Unternehmerdeponie geführt werden.

Seitengewässer und Amphibienteich im Grien

Durch das Seitengewässer und den Amphibienteich im Grien fällt gesamthaft ein Aushub von 12'500 m³ (2'500 m³ Ober- und Unterboden, 5'000 m³ Feinsedimente und 5'000 m³ Kiessand) Erdmaterial an, dass zur Schüttung des Reitweges im Grien wiederverwendet wird.

Amphibienteich Erzbachpumpwerk

Der beim Bau anfallende Aushub beträgt rund 250 m³ Ober- und Unterboden und kann bei der Revitalisierung Erzbach angelegt werden.

Flachwasserzonen Ufer OW-Kanal 1

Die Flachwasserzonen im OW-Kanal 1 führt zu einem Aushub von rund 600 m³ Feinsedimenten, die abtransportiert werden müssen.

Revitalisierung Erzbach

Das anfallende Material (400 m³ Ober- und Unterboden, 900 m³ Feinsedimente und 900 m³ Kiessand) wird an Ort und Stelle wiederverwendet. Im unteren Teil des freigelegten Gerinnes ist rechtsufrig eine Anschüttung notwendig. Linksufrig ist die Uferhöhe durch die bestehende Ufermauer gegeben. Das restliche Aushubmaterial und der Ober- und Unterboden vom Amphibienteich beim Erzbachpumpwerk werden im Bereich um das Absetzbecken zur Anpassung der Uferhöhe (HW-Sicherheit) und als Terrainanpassung im Bereich der bereits bestehenden Aufschüttung eingesetzt. Weiter fallen 120 m³ Betonabbruch an, der in eine Deponie abgeführt werden müssen.

Abflachen Ufer „Alte Badi“

Beim Abtrag des Ufers fallen 1'300 m³ Abbruchmaterial an, das in eine Deponie abgeführt wird.

5.3.4 Massnahmen Hauptzentrale

Beim Baugrubenaushub für die neue Maschinengruppe 1 und 2 und für die Schwallentlastung 1 und 2 fallen rund 86'000 m³ Baugrubenaushubmaterial an (15'000 m³ Betonabbruch, 1'500 m³ künstliche Auffüllung, 4'500 m³ Feinsedimente, 56'000 m³ Kiessand und 9'000 m³ Fels). Ein Teil des Kiessand-Aushubmaterials kann für die Geschiebereaktivierung in der Aare (3'000 m³) zwischendeponiert werden. Der restliche Kiessand (total 53'000 m³) wird via Unternehmerdeponie aufbereitet und verkauft. Der Rest (Betonabbruch, künstliche Auffüllung, Feinsedimente, Felsaushub) muss in eine Unternehmerdeponie geführt werden.

5.3.5 Massnahmen HW-Schutz

Rückversetzter HW-Schutzdamm

Nach dem Ober- und Unterbodenabtrag und seitlicher Zwischendeponierung wird Dammschüttmaterial aus dem Mitteldammabtrag zugeführt (rund 1'600 m³). Anschliessend wird der Ober- und Unterboden wieder angelegt.

5.3.6 Geschiebereaktivierung

Bei den Aushubarbeiten fällt der grösste Anteil des Kieses durch die Verkürzung des Mitteldamms, den Rückbau des ungenügend entfernten Mitteldamm und den Aushub der NW-Rinne im OW-Kanal an. Ausgehend von einem mittleren jährlichen Geschiebedefizit in der Aare von 3'000 m³ wird folgendes Geschiebemanagementkonzept vorgeschlagen:

- | | |
|------|---|
| 2016 | Zugabe von 3'000 m ³ /s Kies in die Alte Aare aus der Verkürzung des Mitteldamms (linkes Ufer unterhalb Wehranlage bei km 26.650) |
| 2017 | Zugabe von 3'000 m ³ /s Kies in die Alte Aare aus Umbau Zentrale 2 (bestehende Kieszugabestelle am rechten Ufer bei km 27.700) |
| 2018 | Zugabe von 3'000 m ³ /s Kies in die Alte Aare aus dem Bau der Wehranlage und dem neuen Dotierkraftwerk (bestehende Kieszugabestelle am rechten Ufer bei km 27.700) |

Mit diesem Konzept können 9'000 m³/s Kies gezielt zur Geschiebereaktivierung der Aare eingesetzt werden. Der grösste Teil (167'200 m³) kann jedoch nicht direkt vor Ort wiederverwendet werden und muss abgeführt werden.

Die Kieszugabestellen sind im Plan P.33.052 eingetragen. Die Kubatur und der Zeitpunkt ergeben sich aus dem Bauprogramm in Anhang 2.

Während der Bauphase fliesst zeitweise eine reduzierte Abflussmenge durch den OW-Kanal, was entsprechend zu einer Abflusserhöhung über das Wehr Schönenwerd führt. Wird dabei ein grosser Teil der Kiesflächen aus der Restwasserstrecke ausgetragen, können in Absprache mit den zuständigen Stellen den dafür vorgesehenen Stellen in der Restwasserstrecke Kieszugaben erfolgen.

5.4 Baustelleninstallation und Erschliessung

Die Baustellen für die Erneuerung KW Aarau sind vom öffentlichen Strassennetz her gut erschlossen. In der nahen Umgebung sind mehrere Autobahnanschlüsse vorhanden. Ab den Strassen 3. Klasse sind zur Erschliessung der einzelnen Baustellenbereiche Baupisten vorgesehen.

Die Baustelleninstallation (Baupisten und Installationsplätze), die übergeordnete Erschliessung und die zulässigen Brückenlasten sind dem Plan P.33.052 zu entnehmen.

Für die Erneuerung der Zentrale 2 wird die Kraftwerksbrücke für den Baustellenverkehr genutzt. Da dieser Übergang als Verbindung zwischen dem linken und dem rechten Aareufer auch von Fussgängern und Langsamverkehr genutzt wird (Verbindung Erlinsbacherstrasse – Kraftwerksbrücke – Süffelsteg – Aarauer Schachen), muss er während der Bauzeit der Zentrale 2 erhalten bleiben. Dazu wird am oberwasserseitigen Strassen- bzw. Brückenrand ein von der Baustelle vollständig abgetrennter Durchgang geschaffen, der während der ganzen Bauzeit passierbar ist.

6 Anlagekosten

Die Anlagekosten setzen sich aus den eigentlichen Erstellungskosten für den Bau, den Stahlwasserbau und die Elektromechanische Ausrüstung sowie aus den Baunebenkosten (Honorare, Entschädigungen, Zinsen etc.) zusammen.

Die Anlagekosten wurden für zwei Getriebschachtturbinen in der Zentrale 2 berechnet. Für die Zentrale 1 wurden die Kosten für den Retrofit der bestehenden Kaplan-Turbinen ermittelt.

Die Anlagekosten umfassen weiter die neue Schwallentlastung in der Zentrale 2, die Erneuerung des Mittelbaus beim Kraftwerk, die Verkürzung des Mitteldamms, ein neues Umgehungsgerinne im Schönenwerder Schachen inklusive Kontrollbauwerk beim Einlauf, den Geschiebeabweiser beim Einlauf in den OW-Kanal, eine neue Dotieranlage rechtsufrig beim Wehr mit Schwemmgutabzug und Fischabstieg, die Sanierung und Kapazitätserhöhung der bestehenden Wehranlage, der Umbau des bestehenden Dotierkraftwerks linksufrig, die Hochwasserschutzmassnahmen und sämtliche Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen inklusive der Umgestaltung der Areal Netzebau.

Die Kostenschätzung für die grossen elektromechanischen Anlageteile stützt sich auf Richtangebote von Maschinenherstellern. Die Schätzung der Baukosten und die Kosten der weiteren Anlagen (Stahlwasserbau, Leittechnik) beruhen auf aktuellen Marktpreisen, Richtpreisangaben sowie Einheitspreisen und Erfahrungswerten aus vergleichbaren Projekten.

In den nachfolgend in Tab. 6.1 zusammengestellten Anlagekosten sind zudem als Baunebenkosten die Planungskosten, Finanzierungskosten (Bauzinsen), Konzessionsgebühren und Versicherungskosten eingerechnet. In den Anlagekosten nicht berücksichtigt ist eine Heimfallverzichtsentschädigung.

Tab. 6.1: Anlagekosten des Bauprojekts.

Anlagen Erneuerung KW Aarau	Anlagekosten [Mio. CHF]
- Zentrale 1	77.1
- Zentrale 2	28.1
- Dotierzentrale	13.1
- Kanäle (Anpassungen und Sanierung)	8.0
- Hochwassersicherheit	9.2
- Ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen	7.6
Anlagekosten Gesamt	143.1
<i>davon</i>	
- Etappe 1 (2015 - 2018)	115.0
- Etappe 2 (2035 - 2036)	28.1

7 Energieproduktion

7.1 Jahresproduktion bestehende Anlage

Die mittlere Jahresproduktion der bestehenden Anlage beträgt 107.64 GWh (19-jähriges Mittel von 1990 bis 2008 ohne die Kanalabschaltungen von 1999 und 2009).

7.2 Jahresproduktion Bauphasen

Tab. 7.1: Jahresproduktionen während den Bauphasen.

Nr. 1: Januar 2015 bis Februar 2017 Umbau Zentrale 2 Best. DotKW links- und rechtsufrig in Betrieb Best. Wehranlage nicht saniert (Stauziel 370.54m ü.M.) OW-Kanal ohne Verkürzung Mitteldamm und ohne NW-Rinne Zentrale 1 ohne Retrofit Umbau Zentrale 2 im Gang	Produktion [GWh]
Zentrale 2: 2 Getriebeschachtturbinen im Bau ($Q_A = 0 \text{ m}^3/\text{s}$)	53.8
Zentrale 1: bestehend ($Q_A = 136 \text{ m}^3/\text{s}$)	
Best. Dotierzentralen links- und rechtsufrig ($Q_{\text{Dot}} = 9.96 \text{ m}^3/\text{s}$)	2.2
Total	56.0
Nr. 2: April 2016 bis Oktober 2016 OW-Kanal entleert Best. DotKW rechtsufrig in Betrieb Best. Wehranlage nicht saniert (Stauziel 370.54m ü.M.) OW-Kanal: Verkürzung Mitteldamm und NW-Rinne im Gang Zentrale 1 ohne Retrofit Umbau Zentrale 2 im Gang	Produktion [GWh]
Zentrale 2: 2 Getriebeschachtturbinen im Bau ($Q_A = 0 \text{ m}^3/\text{s}$)	-
Zentrale 1: bestehend ($Q_A = 0 \text{ m}^3/\text{s}$)	
Best. Dotierzentrale rechtsufrig ($Q_{\text{Dot}} = 5.0 \text{ m}^3/\text{s}$)	0.7
Total	0.7
Nr. 3: November 2016 bis Februar 2019 Neues DotKW Sanierung best. Wehranlage (Stauziel 370.54m ü.M.) OW-Kanal: Entfernter Mitteldamm (oben) und NW-Rinne Zentrale 1 ohne Retrofit Umbau Zentrale 2	Produktion [GWh]
Zentrale 2: 2 Getriebeschachtturbinen im Bau	53.8
Zentrale 1: bestehend ($Q_A = 136 \text{ m}^3/\text{s}$)	
Best. Dotierzentrale rechtsufrig	0.0
Total	≈ 53.8

* Neue Fallhöhe KW Aarau durch Mitteldamm und NW-Rinne, aber noch keine Stauzielerhöhung

Nr. 8: März 2019 bis 2034 Zentrale ohne Retrofit Neues DotKW in Betrieb Best. Wehranlage saniert (Stauziel 370.60m ü.M.) OW-Kanal: Entfernter Mitteldamm (oben) und NW-Rinne Zentrale 1 ohne Retrofit Zentrale 2 umgebaut	Produktion [GWh]
Zentrale 2: umgebaut ($Q_A = 240 \text{ m}^3/\text{s}$) Zentrale 1: bestehend ($Q_A = 136 \text{ m}^3/\text{s}$)	116.5
Neue Dotieranlage ($Q_{\text{Dot}} = 16.6 \text{ m}^3/\text{s}$)	5.0
Total	121.5

Neue Fallhöhe durch Mitteldamm, NW-Rinne und Stauzielerhöhung

Nr. 9: 2035 bis 2036, Umbau Zentrale 1 Neues DotKW in Betrieb Best. Wehranlage saniert (Stauziel 370.60m ü.M.) OW-Kanal: Entfernter Mitteldamm (oben) und NW-Rinne Zentrale 1 Retrofit im Gang Zentrale 2 umgebaut	Produktion [GWh]
Zentrale 2: umgebaut ($Q_A = 240 \text{ m}^3/\text{s}$) Zentrale 1: Bauphase Retrofit ($Q_A = 0 \text{ m}^3/\text{s}$)	98.7
Neue Dotieranlage ($Q_{\text{Dot}} = 17.6 \text{ m}^3/\text{s}$)	4.7
Total	103.4

Neue Fallhöhe durch Mitteldamm, NW-Rinne und Stauzielerhöhung

7.3 Mittlere Jahresproduktion (ab 2037)

Die Verkürzung des Mitteldamms und der Bau einer NW-Rinne im OW-Kanal (Kap. 4.8.7.2) führen zu einer abflusswirkbaren Querschnittvergrößerung, was eine Verringerung der Fließgeschwindigkeit zur Folge hat. Die geringere Fließgeschwindigkeit verursacht geringere Reibungsverluste (Δh) und führt so zu einer Erhöhung der nutzbaren Fallhöhe. Bei $400 \text{ m}^3/\text{s}$ Abfluss im Kanal steigt der Wasserspiegel/die Nettofallhöhe (ΔH) durch die Querschnittvergrößerung und die Stauzielerhöhung (Kap. 4.8.6.1) um 0.35 m an, was einer Steigerung um knapp 7% entspricht (Abb. 7.1). In Abb. 7.2 sind die Wasserspiegelkoten in Abhängigkeit des Durchflusses im OW-Kanal für die bestehende Geometrie und für die Projektgeometrie OW bei der Zentrale dargestellt.

Das UW des KW Aarau steht im Rückstaubereich des KW Rüchlig. Die für die Berechnung der Fallhöhe notwendige UW-Bedingung ergibt sich aus der Schlüsselkurve der Wasserspiegellagen an der oberen Konzessionsgrenze vom KW Rüchlig (= untere Konzessionsgrenze KW Aarau 200 m oberhalb der Strassenbrücke in Aarau) und wird in Abb. 7.3 aufgezeigt.

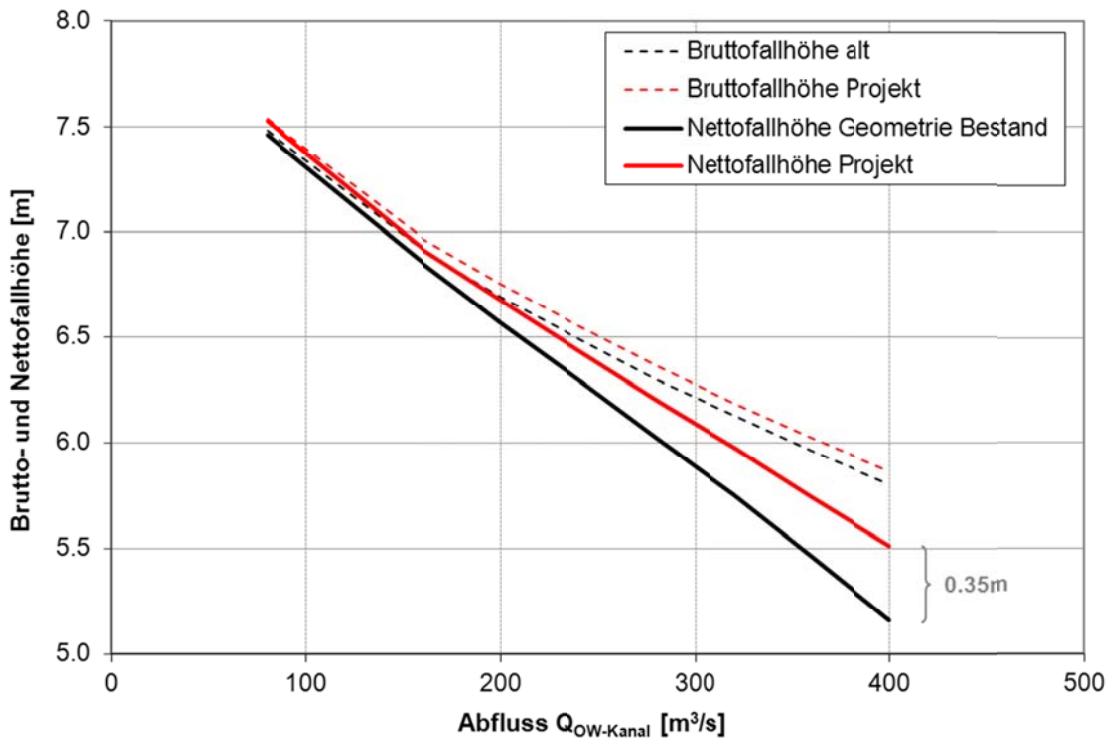


Abb. 7.1: Brutto- und Nettofallhöhe Bestand und Projekt.

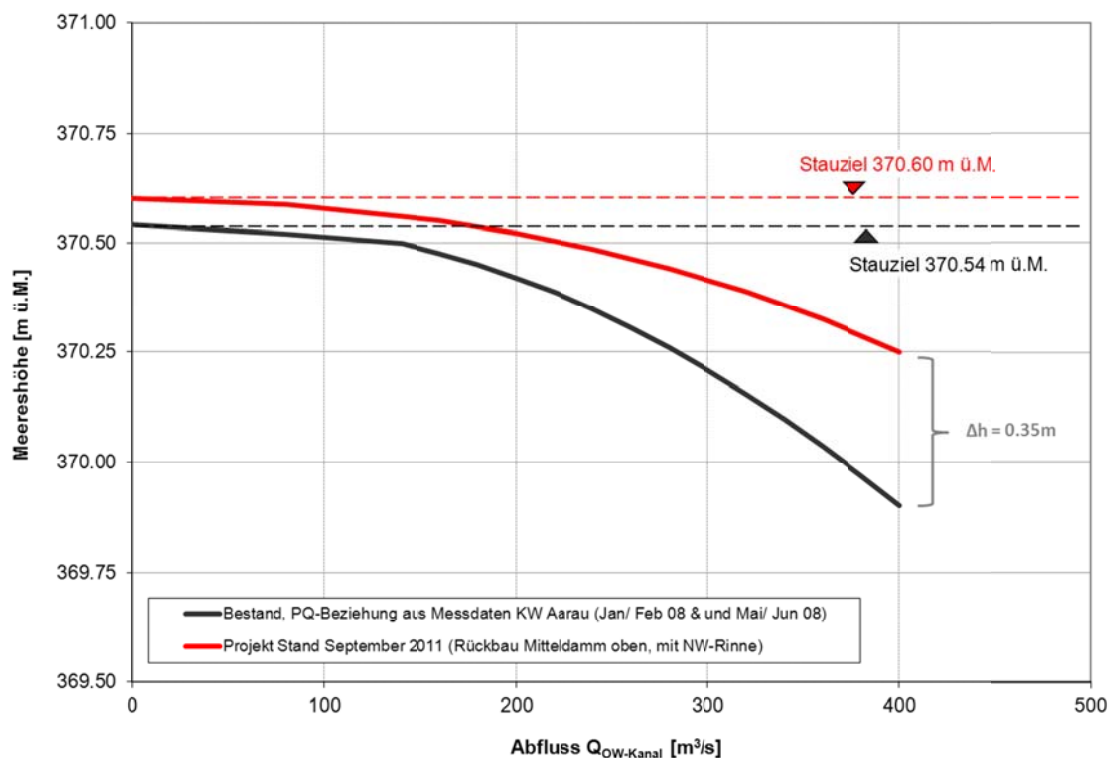


Abb. 7.2 Pegel-Abflussbeziehung OW-Kanal oberhalb der Zentrale in Aarau.

Bei den für Fischabstiegsanlagen massgebenden Abflüssen sind die Veränderungen des Oberwasserspiegels relativ gering (siehe Tab. 7.2). Von besonderem Interesse für die Bemessung der FAH sind die Abflüsse Q_{30} und Q_{300} .

Tab. 7.2: Wasserspiegellagen bei den Abflüssen Q_{30} und Q_{300} .

	Q_{Aare} m^3/s	$Q_{OW-Kanal}$ m^3/s	Wsp. OW m ü.M.	Wsp. UW m ü.M.
Q_{300}	190	170	370.55	363.60
Q_{30}	520	400	370.25	364.86

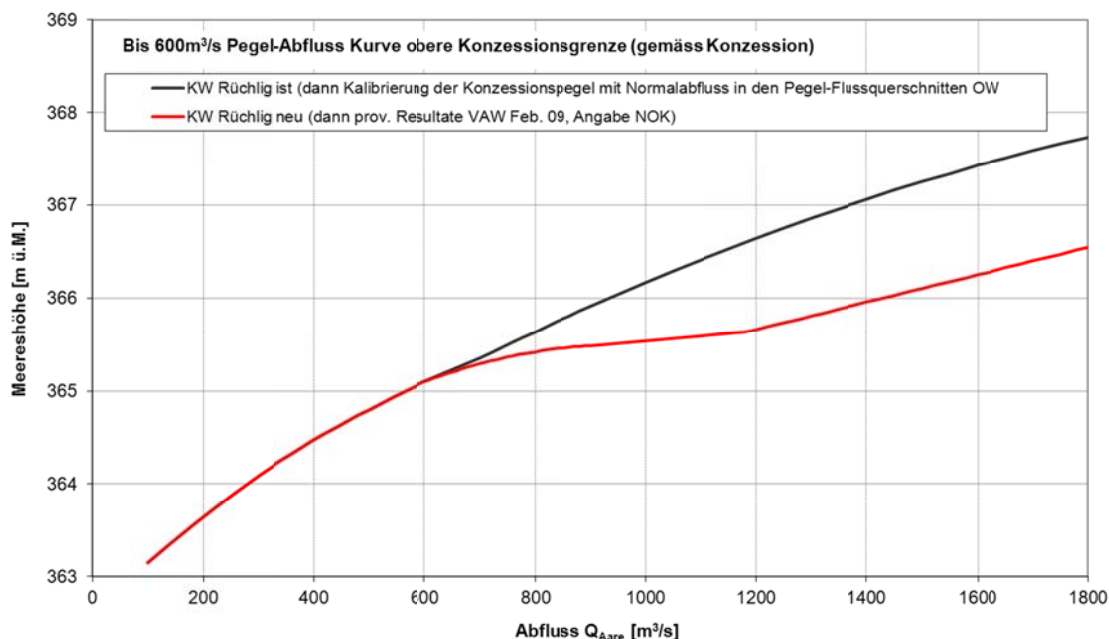


Abb. 7.3: Pegel-Abflussbeziehung KW Rüchlig.

Für die Ermittlung der Energieproduktion wurden die Fallhöhen des verbreiterten OW-Kanals mittels Staukurvenrechnungen neu berechnet. Zusammen mit der Dauerkurve des Nutzwassers, einem Programm für den Maschineneinsatz sowie den Wirkungsgraden als Funktion von Fallhöhe und Durchsatz gemäss Muschelkurven von möglichen Maschinenanbietern wurden daraus die Tagesproduktion und die Dauerkurve der Energie bestimmt.

Abb. 7.4 zeigt die Dauerkurve KW Aarau (siehe auch Kap.2.4). Für eine vereinfachte Energieberechnung wurde angenommen, dass die Alte Aare im Mittel mit $15 m^3/s$ dotiert wird.

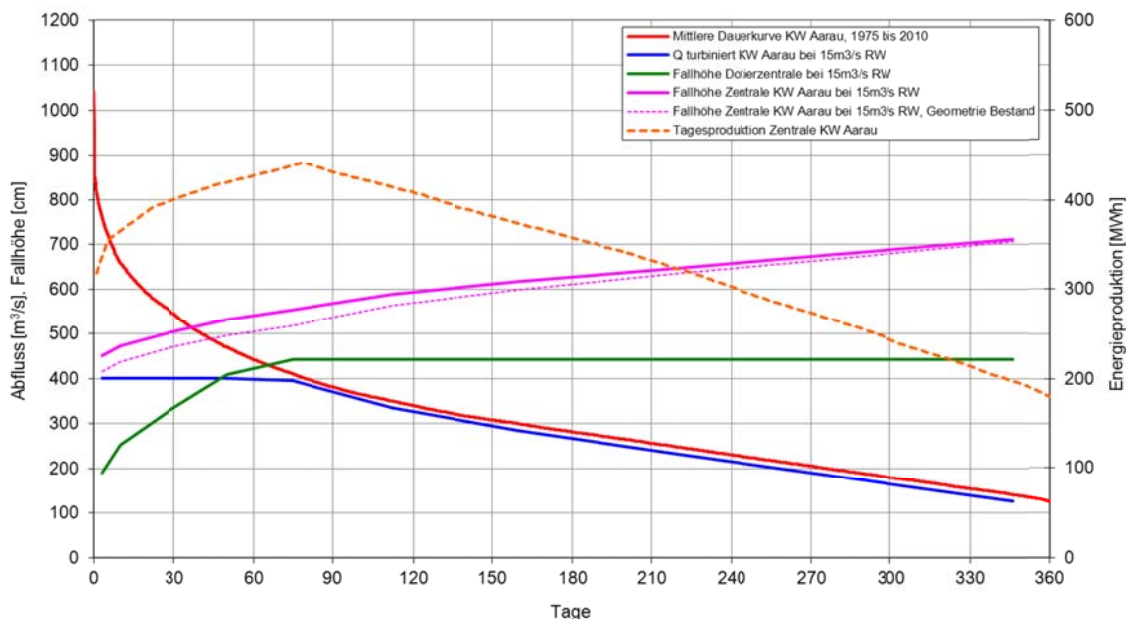


Abb. 7.4: Dauerkurven Aare, Nutzwasser, Fallhöhen und Tagesproduktion.

Effektiv ist ein saisonal variiertes Restwasserregime vorgesehen, mit dem v.a. im Sommer auf Trockenperioden reagiert werden kann: Der Winter-NW-Abfluss (Oktober – Februar) beträgt $12 \text{ m}^3/\text{s}$, der Sommer-NW-Abfluss (März bis September) $20 \text{ m}^3/\text{s}$ und in den Sommermonaten Juni bis September werden mindestens $25 \text{ m}^3/\text{s}$ dotiert. Nebst dem über die neue Dotierzentrale genutzten Abfluss wird die Alte Aare über das Umgehungsgerinne im Schönenwerder Schachen, den bereits bestehenden Raugerinne-Beckenpass rechtsufrig des Wehrs, den Schwemmgutabzug mit Fischabstieg und das Grundwasser dotiert (vgl. Beilage 6, Restwasserbericht). Die mittlere minimale Restwassermenge in der Alten Aare pro Jahr beträgt $19 \text{ m}^3/\text{s}$.

Gegenüber dem Projekt März 2010 wurde auf die Kanalverbreiterung verzichtet, was zu einem mittleren jährlichen Verlust von 3.4 GWh führt. Auch das durch den Kanton angepasste Restwasserregime führt zu einer jährlichen Minderproduktion von 0.90 GWh. Die Erhöhung des Stauziels um 6 cm führt beim KW Aarau zu einer Mehrproduktion von 2.13 GWh pro Jahr, während dadurch beim Kraftwerk Gösgen rund 0.2 GWh verloren gehen. IBAarau wird Alpiq Hydro dafür auf der Basis einer separaten Vereinbarung kompensieren. Der in Kap. 4.8.7.2 beschriebene Verkürzung des Mitteldamms und der Bau einer neuen NW-Rinne führen zu einem jährlichen Produktionsgewinn von 3.60 GWh. Wasser für den Fischabstieg, das Umgehungsgerinne, den bestehenden Raugerinne-Beckenpass und den Fischpass bei der Zentrale können nicht zur Stromproduktion genutzt werden. In der Summe ergibt sich für das hier beschriebene Projekt nach Realisierung aller Massnahmen (ab 2037) eine mittlere Jahresproduktion von 126.2 GWh.

Projekt März 2010 (15.2 m ³ /s)	125.47 GWh
- keine Kanalverbreiterung	-3.40 GWh
- Restwasser Kanton	-0.90 GWh
+ Stauzielerhöhung (T1)	2.13 GWh
- Fallhöhenverlust Gösigen (T1)	-0.20 GWh
+ 50% Mitteldamm weg (T5)	2.40 GWh
+ NW-Rinne im OW-Kanal (T5)	1.10 GWh
- div. Verluste (Fischdurchgängigkeit)	-0.40 GWh
> Total Jahresproduktion	126.20 GWh

Die Jahresproduktion des erneuerten Kraftwerks mit 2 Getriebeschachtturbinen in der Zentrale 2 und Retrofit in der Zentrale 1 beträgt ca. 121.2 GWh. Die neue Dotieranlage rechtsufrig bei der Wehranlage Schönenwerd erreicht eine Jahresproduktion von 5.0 GWh. Total beträgt die Jahresproduktion des erneuerten Kraftwerks inkl. neuer Dotieranlage 126.2 GWh. Gegenüber der heutigen mittleren Jahresproduktion von 107.64 GWh ergibt sich somit eine Produktionssteigerung von 17.2 %.

Nr. 10: ab 2037 Zentrale 1 mit Retrofit Umgebaute Zentrale 2 Neues DotKW in Betrieb Best. Wehranlage saniert (Stauziel 370.60m ü.M.) OW-Kanal: Entfernter Mitteldamm (oben) und NW-Rinne Zentrale 1 mit Retrofit Zentrale 2 umgebaut	Produktion [GWh]
Zentrale 2: umgebaut (Q _A = 240 m ³ /s) Zentrale 1: Retro-Fit (Q _A = 160 m ³ /s)	121.2
Neue Dotieranlage (Q _{Dot} = 16.6 m ³ /s)	5.0
Total	126.2

Ingenieurgesellschaft KW Aarau
IUB Engineering AG, Bern
IM Maggia Engineering AG, Locarno
ANL AG Natur und Landschaft, Aarau

Bern, Locarno, Aarau, den 23. Oktober 2013

Anhang 1: Verfahrensablauf

Abb. A1-1: Zeitplan für das Bewilligungsverfahren, die Projektierung und die Realisierung der Erneuerung KW Aarau (rot = Genehmigungsverfahren, siehe Abb. A1-2).

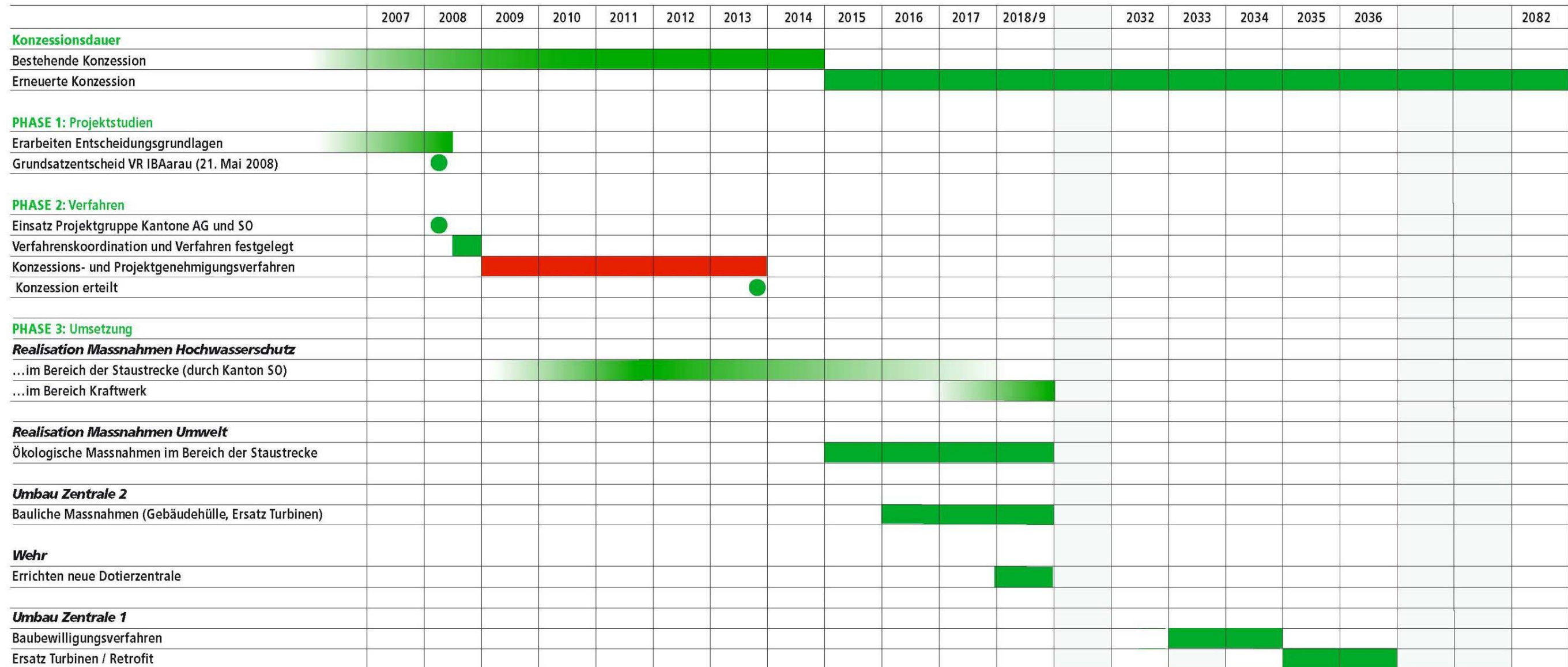
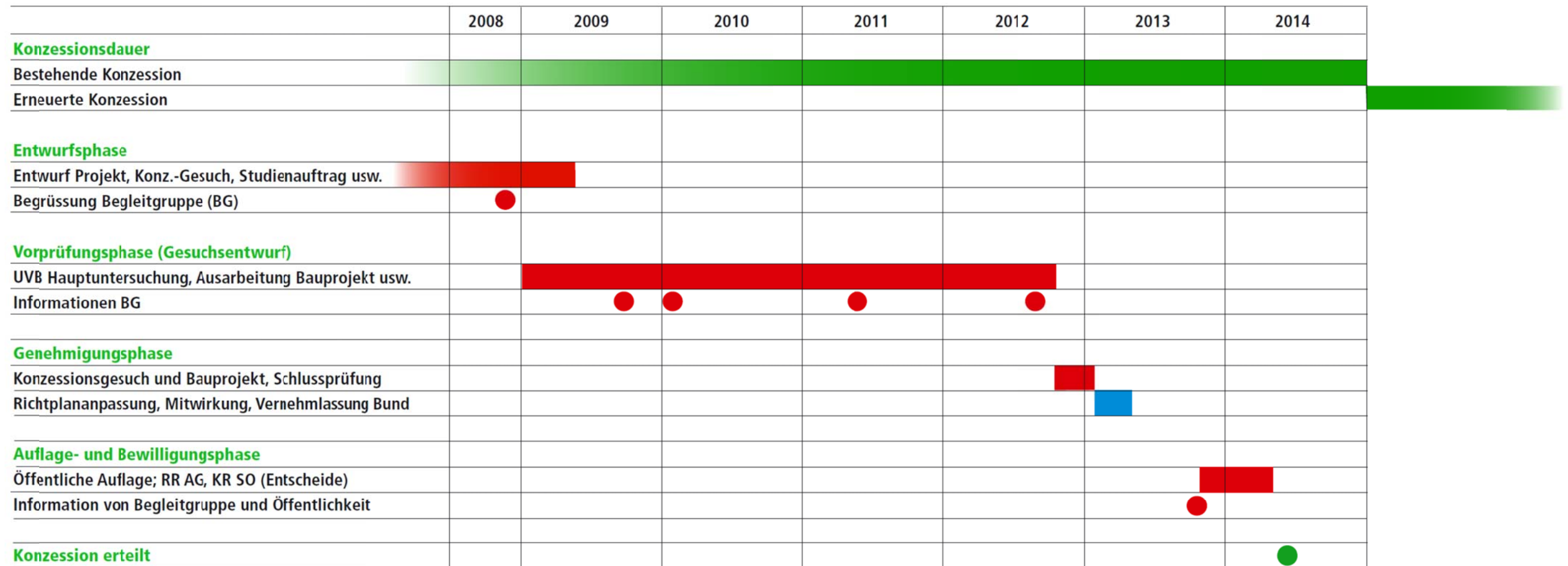
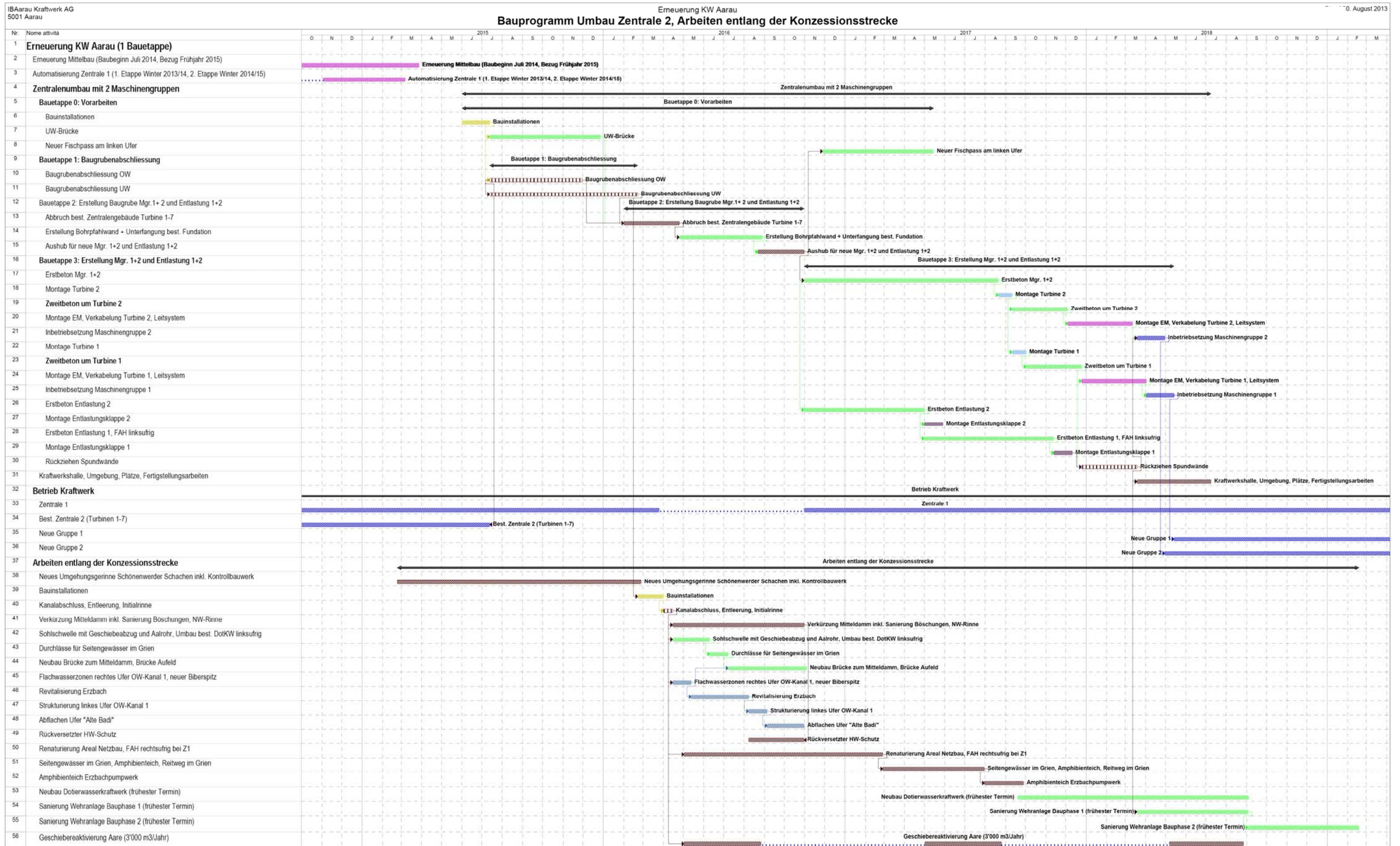


Abb. A1-2: Verfahrensablauf für die Konzessionserneuerung KW Aarau und die Genehmigung der Kraftwerkserneuerung im einstufigen Verfahren (Stand 23. Oktober 2013).



Anhang 2: Bauprogramm



Stand August 2013

Anhang 3: Verzeichnis der Verkehrsanlagen im Eigentum der IBAAarau

Nr.	Bezeichnung	Gemeinde	Parzellen
1	Waldweg entlang Aare im Schönenwerder Schachen	Schönenwerd	911
2	Waldweg um Umgehungsgewässer Schönenwerder Seite beim Stauwehr	Schönenwerd	911
3	Fussgänger- Velofahrersteg Stauwehr Schönenwerd	Erlinsbach/Schönenwerd	911, 90074, 90094
4	Stauwehr Brücke (Brücke über Kanaleinlauf)	Erlinsbach	2220
5	Stauwehrweg (Teilstrecke auf IBAAarau Parzellen)	Erlinsbach	2220, 2145, 501, 514
6	Breitestrasse (Teilstrecke auf IBAAarau Parzellen)	Erlinsbach	2220, 2145, 2223
7	Aufeldsteg	Erlinsbach	2220
8	Neuer Fussgängersteg (noch namenlos)	Erlinsbach	2220
9	Häsibrücke	Aarau	62
10	Oberwasser Kraftwerk Brücke	Aarau	62
11	Unterwasser Kraftwerk Steg	Aarau	62
12	Nördliche Kanalstrasse	Erlinsbach/Aarau	2220
13	Fussgängerweg Mitteldamm	Erlinsbach/Aarau	2220
14	Südliche Kanalstrasse	Erlinsbach/Aarau	2220
15	Fussgängerweg im Grien	Erlinsbach	20,1, 90002
16	Fussgängerweg auf dem Inseli/um die Voliere	Aarau	62, 5022
17	Erzbach Zufahrtsstrasse	Erlinsbach	2220, 2237
18	Kraftwerk Zufahrtsstrasse	Aarau	62
19	Unterwerk Aarau Fussgängerweg	Aarau	62