Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 100 (2008)

Heft: 3

Artikel: Neubau Krafwerk Rheinfelden : "Halbzeitbericht Baustelle" 2002 bis 2007 und Vorgeschichte

Autor: Reif, Helmut / Fust, Armin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939706

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Neubau Kraftwerk Rheinfelden

«Halbzeitbericht Baustelle» 2002 bis 2007 und Vorgeschichte

■ *Helmut Reif, Armin Fust*

1. Vorgeschichte

Das Rheinkraftwerk Rheinfelden war die erste grosse Wasserkraftanlage in der Geschichte der europäischen Elektrizitätsgewinnung. Industrielle und Techniker erkannten schon in den Siebzigerjahren des 19. Jahrhunderts die Möglichkeit, die Kräfte des Rheins zwischen Bodensee und Basel zu nutzen. Die Gegend von Rheinfelden fiel besonders wegen des grossen Gefälles des Flusses auf kurzer Strecke auf. Erste Konzessionsgesuche scheiterten vor allem an mangelnden Finanzierungsmöglichkeiten.

Im April 1894 erteilten der Kanton Aargau und im Mai 1895 das Grossherzogtum Baden der Kraftübertragungswerke Rheinfelden Aktiengesellschaft (KWR) die notwendigen Konzessionen für eine Laufzeit von 90 Jahren, beginnend im Jahre 1898. Damit begann eine bedeutende Epoche der Wasserkraftnutzung am Hochrhein und als Folge davon der Beginn der Industrialisierung dieser damals sehr armen Rand- und Grenzregion.

Nachdem die Konzession für das Kraftwerk Rheinfelden im Jahre 1988 abgelaufen war, erteilten der schweizerische Bundesrat und das Regierungspräsidium Freiburg am 20. Dezember 1989 eine neue Konzession für weitere 80 Jahre Kraftwerksbetrieb (i.F. genannt Konzessionsprojekt 1989). Die neue Konzession gestattet es der KWR, übrigens seit 2002 umbenannt in Energiedienst AG (i.F. ED genannt), das vorhandene Kraftwerk zunächst weiterzubetreiben. Bis Ende des Jahres 2004 sollte jedoch ein neues Kraftwerk in Betrieb genommen werden, welches eine Verdreifachung der heutigen Produktion ermöglicht. Unverzüglich wurde daraufhin bei ED mit der Planung des zweitgrössten Laufwasserkraftwerkes Deutschlands begonnen.

Das Projekt 1989 war getragen vom politischen Willen auf beiden Seiten des Rheines, die regenerativen Energien besser zu nutzen. Wirtschaftlich basiert das Projekt auf den damaligen Rahmenbedingungen (geschlossene Versorgungsgebiete) und auf besonderen vertraglichen Beziehungen mit dem Kanton Aargau.

2. Konzessionsprojekt 1989/ Baugenehmigung 1998

Die neue Konzession schreibt eine Vergrösserung der turbinierten Wassermenge von derzeit 600 m^3/s auf bis zu 1500 m^3/s vor und gestattet die Erhöhung des nutzbaren Gefälles durch einen Höherstau im Oberwasser und eine Eintiefung im Unterwasser. Da ein neues Kraftwerk unvermeidliche Veränderungen in Natur und Landschaft mit sich bringt, wurden der ED in der neuen Konzession technische und terminliche Auflagen erteilt. Wichtigstes ökologisches Anliegen war der Erhalt der natürlichen Flusslandschaft – «Gwild» genannt – zu mindestens 50% und der Bau eines naturnahen Umgehungsgewässers auf der rechten Seite.

Das neue Werk besteht im Wesentlichen aus einem quer zum Fluss errichteten Stauwehr mit sieben Wehrfeldern und einem auf der gleichen Achse angeordneten Krafthaus, das sich aus hydraulischen Gründen am linken Ufer befindet. Die Anordnung der neuen Anlage liegt etwa 130 m stromabwärts des heutigen Stauwehrs. Der Wasserspiegel des Oberwassers wird um 1.40 m gegenüber heute erhöht werden. Direkt im Anschluss an das Maschinenhaus beginnt im Unterwasser die sogenannte Rheineintiefung, eine ausgetiefte Abflussrinne (ca. 1.8 km Länge und 100 m Breite), in der das turbinierte Wasser abgeführt wird. Durch diese Eintiefung wird der mittlere Wasserspiegel unterhalb des Kraftwerkes, also im Bereich der Felslandschaft Gwild, um etwa 50 cm gegenüber dem heutigen Mittelwasserstand abgesenkt. Dies führt dazu, dass Teile des heutigen Flussgrundes im Bereich der flachen Stellen sichtbar werden und damit die biologische Funktion der heutigen Stromschnellen weitgehend übernehmen.

Das projektierte Kraftwerk wird vier grosse Rohrturbinen aufweisen, die zusammen eine Leistung von 100 MW haben werden. Eine fünfte, kleinere Turbine (Dotierturbine Gwild) mit nur 2 MW Leistung wird in den sogenannten Wehrpfeiler integriert. Die folgende Tabelle zeigt einen

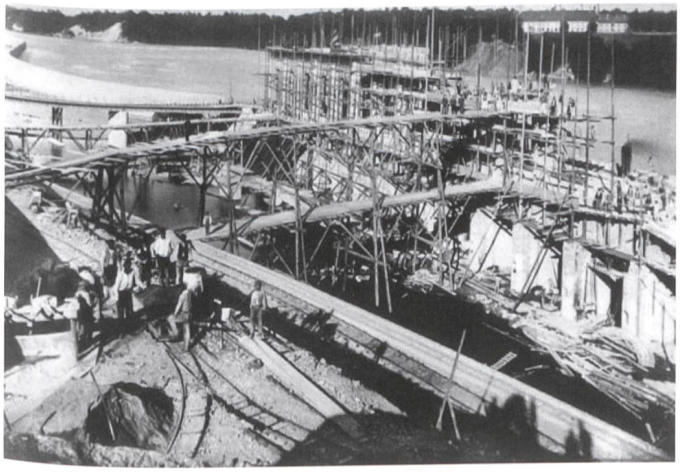


Bild 1. Baustelle bestehendes Kraftwerk 1895.

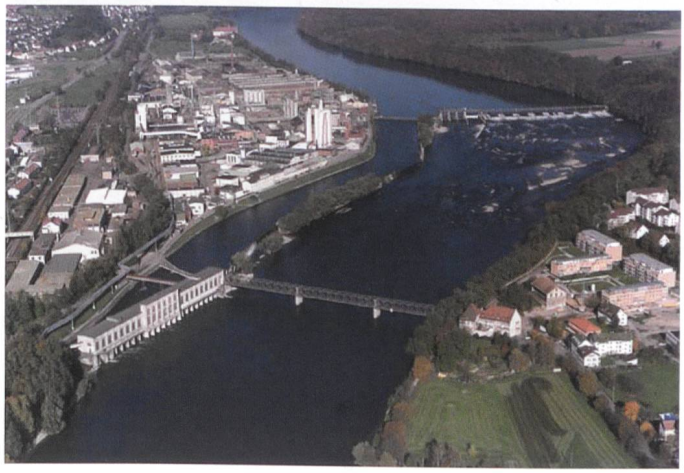


Bild 2. Bestehende Kraftwerks-Anlage.

	Bestehendes (altes) Kraftwerk	Neubauprojekt 1989
Inbetriebsetzung	1898	geplant 2004
Werktypus	Kanalkraftwerk	Flusskraftwerk
Anzahl Stauwehrfelder	12 (inklusive Floßgasse und Grundablässe)	7
Anzahl Turbinen	20	4 + 1
Ausbauwassermenge	600 m³/s	1 500 m³/s
Staukote m ü. M.	269.10	270.50
Leistung	26 MW	102 MW
Mittlere Jahresproduktion	185 GWh	600 GWh

Tabelle 1. Der Vergleich der technischen Daten und der Erzeugungssteigerung gegenüber dem alten Kraftwerk.

Vergleich der technischen Daten und der Erzeugungssteigerung gegenüber dem alten Kraftwerk.

Die Bauantragsunterlagen wurden am 30. September 1994 termingerecht an die deutschen und Schweizer Genehmigungsbehörden abgegeben. Am 28. September 1998 wurde die Baugenehmigung für den Neubau erteilt. Für die ursprüngliche Genehmigungsdauer waren zwei Jahre veranschlagt. Die Beteiligten waren sich einig, dass die in der Konzession verlangten Realisierungsfristen nicht eingehalten werden können, weil sich das Bewilligungsverfahren in der Schweiz massiv verzögert hatte. Deshalb gewährten die Behörden eine Verlängerung der Frist des Baubeginnes bis Juni 2003.

2.1 Kosten und Wirtschaftlichkeit des Konzessionsprojektes 1989

Das 1994 eingereichte Bauprojekt hatte Projektgesamtkosten von 430 Mio. €. Die Stromgestehungskosten betrugen dabei ca. 9 Cent/kWh. Behörden und Unternehmen gingen damals davon aus, dass das Projekt durch eine vorübergehende Tariferhöhung im ED-Gebiet (ED hatte früher immer Tarife unter dem Preisniveau von Baden-Württemberg) finanziert werden könne. Die neuen Bedingungen im Elektrizitätsmarkt haben das Projekt unwirtschaftlich gemacht. Die Beschaffungsmöglichkeiten auf dem Markt lagen damals um das Dreifache tiefer, und auch mittelfristig konnte man davon ausgehen, dass die Stromproduktion mit fossilen Brennstoffen (z.B. Kohle) höchstens ein Viertel kosten würde.

Trotz der geänderten Marktsituation wollte ED jedoch an der Wasserkraft und an dem Projekt Rheinfelden als Zukunftsoption festhalten. Aus diesem Grund wurden deshalb rechtzeitig Alternativen erarbeitet.

2.2 Variantenstudium

Als beste Lösung hat sich eine Realisierung des Projektes in Etappen angeboten. Damit sollte die Option offen bleiben, um zu einem späteren Zeitpunkt, wenn sich die Verhältnisse geändert haben, das Gesamtprojekt zu verwirklichen.

ED strebte die Variante «Realisierung des Projektes in Etappen» an, die wie folgt umgesetzt werden sollte:

- In einer ersten Bauetappe wird vom deutschen Ufer ausgehend das neue Stauwehr und – anstelle des Maschinenhauses – ein Abschlussdamm gebaut und das alte Stauwehr sowie der Grobrechen rückgebaut. Zudem wird die Mauer entlang des Oberwasserkanals saniert und ein neuer Feinrechen mit Geschwemmselentsorgung im Kanal, oberhalb der Krafthausbrücke, erstellt.
- Während einer Übergangszeit soll das bestehende Kraftwerk mit der neuen Stauanlage, aber dem heutigen Stauziel, weiter betrieben werden.
- In einer zweiten Bauetappe werden dann die restlichen Anlagen erstellt mit dem Maschinenhaus auf der linken Rheinseite, der Unterwassereintiefung und dem naturnahen Fliessgewässer im Bereich des bestehenden Oberwasserkanals. Der späteste Zeitpunkt dieser Bauetappe ist im Antrag zur Fristverlängerung der Konzession beschrieben (Jahr 2029). Die Behörden genehmigten schlussendlich eine Fristenverlängerung nur bis 2019.

Daraufhin hat ED am 15. Mai 2000 einen Änderungsantrag zum genehmigten Bauprojekt vom 28. September 1998 zu dieser Variante gestellt. Die deutschen und Schweizer Genehmigungsbehörden haben dieser Variante im Mai 2002 zugestimmt.

Somit konnte der von den Genehmigungsbehörden geforderte Baubeginn im Juni 2003 eingehalten werden.

2.3 Realisierung Maschinenhaus

In 2004 hat ED entschieden, das Maschinenhaus nochmals unter die Lupe zu nehmen mit dem Ziel, durch eine Projektüberarbeitung und einer neuen Kostenschätzung alle Einsparpotenziale zu erfassen. Daraufhin wurde von drei renommierten Ingenieurkonsortien ein Kostenvoranschlag (Stand März 04) erarbeitet, welcher sich auf den aktuellen Bauablauf und die Erkenntnisse des bereits begonnenen Stauwehrbaus abstützte. Es gelang, durch

Bild 3. Neue Grobrechenanlage am bestehenden Kraftwerk.

Bild 4. Rückbau alter Grobrechen am Oberwasser-Kanaleinlauf.

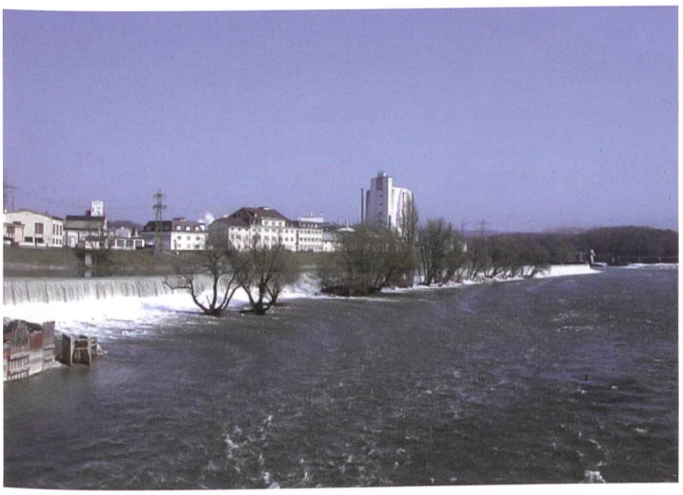


Bild 5. Überfall Kanalmauer nach Sicherungsmassnahmen.

Bild 6. Verlegung der 110-kV-Leitungsmasten.

diese konsequente Projektredimensionierung bezüglich der Maschinenauslegung, des Anlagestandards und des Raumbedarfs sowie der neuen Marktsituation ein Kostensenkungspotential von 20% auszuweisen, immer unter Beachtung der zwingenden Vorgaben der Konzessionen und der Baubewilligung.

2.4 Entscheidung

Mit dieser Kostenreduzierung und der daraufhin durchgeführten Wirtschaftlichkeitsrechnung wurde von ED und den Aufsichtsgremien im Juli 2005 der Baubeschluss zum sofortigen Bau des Maschinenhauses, also im direkten Anschluss an die Fertigstellung des Stauwehrs, getroffen. Zum Zeitpunkt des Baubeschlusses war somit eine Fertigstellung des Maschinenhauses mit Inbetriebsetzung der Turbinen in 2011 vorgesehen. Aufgrund der fünfmonatigen früheren Fertigstellung des Stauwehrs im April 2007 und einer Optimierung beim Bauablauf des Maschinenhauses ist jetzt die Fertigstellung des Maschinenhauses in 2010 geplant.

3. Vorbereitende Massnahmen

Mit der im Mai 2002 erteilten Änderungsgenehmigung wurde ED verpflichtet, spätestens im Juni 2003 mit dem Bau des neuen Stauwehrs zu beginnen. Hierfür waren jedoch zunächst einige vorbereitende Massnahmen wie neue Grobrechenanlage, Abbruch alter Grobrechen, Sicherung Kanalmauer und Verlegung der 110/20-kV-Leitung notwendig.

3.1 Neue Grobrechenanlage

Die Verlegung des Grobrechens vom Kanaleinlauf in die Nähe des heutigen Krafthauses war zur Gewährleistung des Hochwasserabflusses bzw. zur Vermeidung eines Geschwemmselstaus vor dem Feinrechen zwingend notwendig. Eine ersatzlose Entfernung des bestehenden Grobrechens war nicht möglich, da durch die sonst anfallende Geschwemmselmenge vor dem bestehenden Krafthaus die Anlage gefährdet gewesen wäre. Der neue Grobrechen direkt oberhalb des bestehenden Krafthauses im Oberwasserkanal besteht im Wesentlichen aus einer Rechenbrücke und Rechen mit einem landseitigen Widerlager sowie einem rheinseitigen Widerlager mit Spülschütz. Eine Rechenreinigungsmaschine sorgt vollautomatisch für die Befreiung des Rechens von Geschwemmsel.

Die Aufträge zur Erstellung der neuen Grobrechenanlage wurden im März 2002 erteilt, mit den Bauarbeiten konnte somit im Mai 2002 begonnen werden. Da die Rechenbrücke ein Gewicht von 60 Tonnen und eine Gesamtlänge von über 60 Meter hatte, wurde diese in 3 Teilen geliefert und vor Ort zusammengefügt. Trotz grösserer Rheinhochwässer (die rheinseitige Baugrube musste viermal geflutet werden) konnten die Arbeiten termingerecht im Sommer 2003 abgeschlossen werden. Die Kosten für die neue Grobrechenanlage betrugen rund 3 Mio. €.

3.2 Abbruch alter Grobrechen am Kanaleinlauf

Nach Fertigstellung des neuen Grobrechens konnte der Abbruch des alten Grobrechens am Einlauf des Kraftwerkskanals durchgeführt werden. Hierzu mussten Taucher die Verankerungen unter Wasser abtrennen, was einen Stillstand der alten Kraftwerksanlage notwendig machte.

3.3 Sicherung Kanalmauer

Obwohl die drei Baugruben für die neue Kraftwerksanlage so ausgelegt wurden, dass auch bei Hochwasser kein unzulässiger Höherstau im Oberwasser stattfindet, wurde aus Sicherheitsgründen noch zusätzlich die bestehende Kanalmauer vom Oberwasserkanal abgetragen, um ein Streichwehr von ca. 550 m Länge zu erhalten. Die hydraulischen Modellversuche an der Universität Karlsruhe haben ermittelt, dass dadurch zusätzlich ca. 1000 m^3/s über die Kanalmauer abgeführt werden können, was eine erhöhte Sicherheit darstellt. Durch diesen Abtrag, die Kanalmauer ist als Schwergewichtsmauer ausgelegt, war es erforderlich, die Kanalmauer von der Rheinseite her mit ca. 8000 m^3 groben Steinen zu sichern, um somit ein Gleiten der Kanalmauer zu verhindern.

3.4 Verlegung 20/110-kV-Leitungen

Um die Baustelle Neubau Kraftwerk Rheinfelden auch für Grossgeräte zugänglich machen zu können, musste zunächst im zweiten Halbjahr 2002 als weitere vorbereitende Massnahme die parallel zum Kanal stehende 110-kV-Leitung abgebaut und in die Erde verlegt werden. Des Weiteren wurden für den künftigen Betrieb des Stauwehres die 20/6.8-kV-Leitungen vom alten Kraftwerk bis zur Baustelle neues Kraftwerk erdverlegt. Die Kosten hierfür betrugen rund 1,9 Mio. €.

4. Hydraulische Modellversuche Gesamtanlage

Um die Planung der Kraftwerksanlage aus hydraulischen Gesichtspunkten zu prüfen und zu optimieren, war es erforderlich, hydraulische Modellversuche durchzuführen. Diese wurden von Januar 1992 bis Juli 1994 an der Universität Karlsruhe, Abteilung Wasserbau und Kulturtechnik, durchgeführt. Das Gesamtmodell des Kraftwerks Rheinfelden im Massstab 1:50 umfasste eine Flussstrecke von rund 3 km. Das Modell hatte somit eine Länge von 60 Metern und ca. 8 Meter Breite.

Als Erstes wurde der bestehende Kraftwerkszustand ins Modell eingebaut,

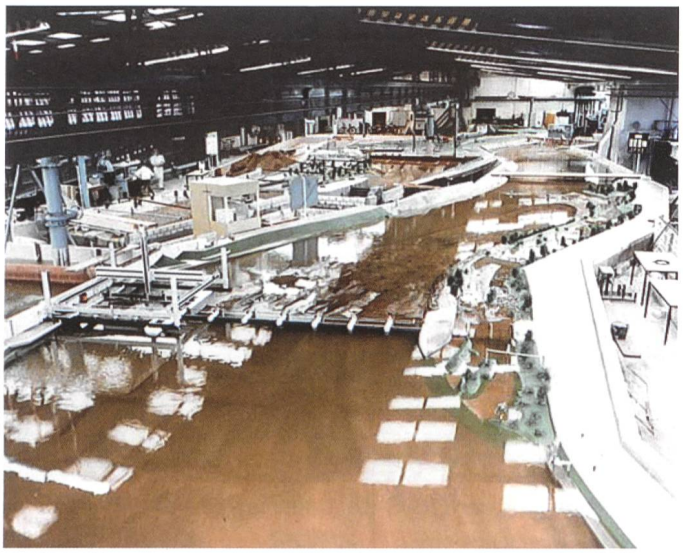


Bild 7. Hydraulisches Modell Gesamtanlage.

Bild 8. Hydraulisches Modell Baugruben.

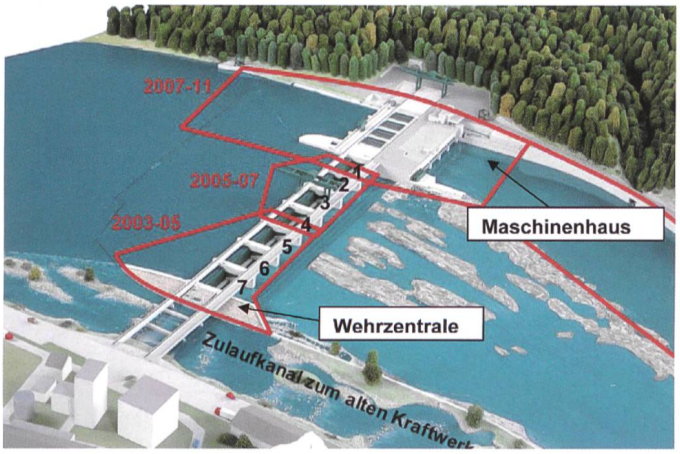


Bild 9. Neue Kraftwerks-Anlage mit Darstellung der Baugruben.

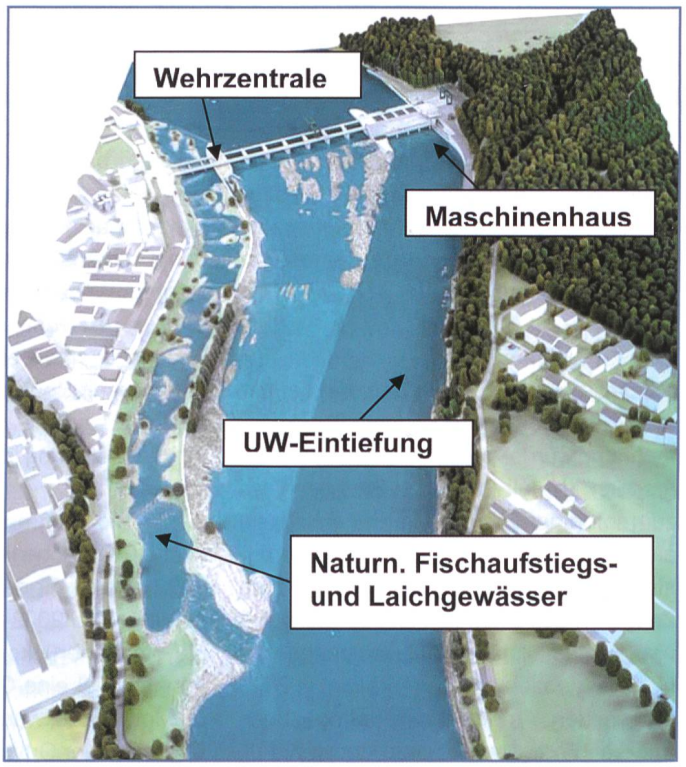


Bild 10. Modellbild neue Kraftwerks-Anlage.

um somit auch eine gute Eichung des Modells zu bekommen. Anschliessend wurden verschiedene Varianten zu den Baugruben bezüglich Grösse, Geometrie und Anzahl untersucht, wobei immer die Ableitung des Bauhochwassers von 4000 m^3/s nachgewiesen werden musste. Es stellte sich heraus, dass die beste Lösung ein Drei-Baugruben-Konzept ist, was dann auch so zur Ausführung kam:

- 1. Baugrube, Wehrzentrale und Stauwehrfelder 7, 6, 5
- 2. Baugrube, Stauwehrfelder 4, 3, 2
- 3. Baugrube, Stauwehrfeld 1, Maschinenhaus und Unterwassereintiefung

Eine weitere wichtige Untersuchung im Modell war der Nachweis der Stauwehrkapazität unter Zugrundelegung eines 10 000-jährigen Hochwassers mit der Regelung (n-1). Es zeigte sich bei den Versuchen, dass ein Stauwehr mit sieben Stauwehrfeldern und einer Breite von ca. 200 Metern dies erfüllen kann. Parallel dazu wurden die Tosbeckenschwellen optimiert bezüglich Energievernichtung.

Sehr viele Optimierungsuntersuchungen mussten auch für die Anströmung des Maschinenhauses, die Strömungsverhältnisse in den Turbinenkammern und deren Geometrie durchgeführt werden. Ebenso wurden für die Unterwassereintiefung viele Varianten untersucht, um eine optimale Abströmung und zusätzlich eine Absenkung des Wasserspiegels im Unterwasser zu erreichen. Das Ergebnis war eine Eintiefung von 1.8 km Länge und 100 Meter Breite, die eine zusätzliche Absenkung am Maschinenhaus von 0.5 Meter brachte. Des Weiteren wurden auch noch Sunk- und Schwallsimulationen und Wasserspiegelmessungen durchgeführt. Bei den Modellversuchen war eine wichtige Randbedingung zu beachten, dass das bestehende Kraftwerk so lange in Betrieb bleibt bzw. nur kurzzeitig unterbrochen wird, bis die neue Kraftwerksanlage ihren Betrieb aufnehmen kann, um keine Energieverluste zu erhalten. Alle Ergebnisse wurden in der Bauplanung berücksichtigt und sind Bestandteil der Bauantragsunterlagen 1994 und der Baugenehmigung von 1998.

5. Bau Stauwehr

Obwohl die Änderungsgenehmigung erst im Mai 2002 erteilt wurde, wurde bereits im Mai 2001 der Ingenieurauftrag für die Ausführungs- und Ausschreibungsplanung an das Ingenieurbüro Beller in Freiburg vergeben. Nur durch diese vorzeitige Ingenieurvergabe war es möglich, den Baubeginn März 2003 zu gewährleisten, ohne dass dafür eine rechtsgültige Genehmigung vorlag. Es wurde entschieden, die Ausführung des Stauwehrs in fünf Losen zu vergeben. Das Los Rohbau ging an eine deutsch-schweizerische Arbeitsgemeinschaft Walterbau, Schleith GmbH, Zschokke und Rothpletz-Lienhard. Der Stahlwasserbau (7 Drucksegmentschütze, Oberwasser- und Unterwasser-Dammbalken) wurde an die österreichische Firma Künz vergeben. Die Elektrotechnik (20/6.8-kV–400-V-Stromversorgung mit Notstromdiesel von 435 kW) ging an die Firma SP-Elektrotechnik Freiburg und die Leittechnik an die schweizerische Firma Berfa AG. Der erforderliche 65-t-Portalkran wurde an die Firma Brunnhuber in Augsburg vergeben. Nach dem offiziellen Start der Baustelle am 31. März 2003 mit der Erstellung der Schwerlastbrücke über den Oberwasserkanal, begannen im August 2003 die Arbeiten zur Erstellung der Baugrubenumschliessung im Rheinbett für die erste Baugrube.

Bild 11. Baubeginn mit Schwerlastbrücke über den Oberwasser-Kanal.

Bild 13. Fertiggestellte Umschliessung der Baugrube eins vor der Entleerung.

Bild 12. Schüttung der ersten Baugrube für Erstellung der Spundwand.

Bild 14. Erste Baugrube, Betonierarbeiten am Wehrfeld sieben.

5.1 Erste Baugrube

Um die Arbeiten für den Bau der Stauwehranlage im Trockenen durchführen zu können, musste als Erstes eine Baugrubenumschliessung im Rheinbett hergestellt werden. ED hat sich für eine sogenannte «Spundwand» entschieden. Als Erstes musste eine Dammschüttung in Form der neuen Baugrubenumschliessung erstellt werden. Anschliessend wurde mit grossen Bohrmaschinen das Fundament im Fels erstellt. Das Fundament bildet eine überschnittene Bohrpfahlwand mit einem Durchmesser von 900 mm, welche max. 10 m tief in die Felssohle eingebracht wurde. Insgesamt waren dazu 380 Bohrungen notwendig. Auf dieses Fundament wurden dann die Stahlwände der Spundwand aufgestellt und verankert. Diese erste Baugrubenumschliessung hat einen Umfang von 320 Metern. Zusätzlich musste rund um die Baugrube noch ein Dichtungsschleier (Verpressen der Klüfte im Fels) bis 18 Meter tief unter das Rheinbett hergestellt werden, so dass möglichst wenig Wasser in die Baugrube gelangen konnte. Der Wettergott war dem Neubauprojekt sehr wohl gesonnen, denn durch den Jahrhundertsommer 2003 und die damit verbundenen extrem niedrigen Rheinwasserstände wurde ein sehr zügiges Arbeiten im Rhein ermöglicht. Ein kleines Hochwasser im Oktober 2003 konnte somit auch verschmerzt werden. Durch den enormen Einsatz der Baufirma, verbunden mit Nacht- und Sonntagsarbeit, wurde die Baugrubenumschliessung wie im Terminplan vorgesehen im Dezember 2003 fertig gestellt. Die erste richtige Belastungsprobe der Spundwand erfolgte am 14. Januar 2004, als der Rheinabfluss kurzfristig auf ca. 3000 m^3/s anstieg. Zur Freude und Erleichterung aller Beteiligten bestand das Bauwerk die Feuertaufe mit Bravour. Die Höhe der Baugrubenumschliessung ist bis auf ein Hochwasser von 4000 m^3/s (sogenanntes 50-jähriges Hochwasser) ausgelegt. Nach Fertigstellung der Baugrubenumschliessung wurde im Januar 2004 die Zufahrtsstrasse in der Baugrube erstellt und mit dem Felsaushub begonnen. Der Aushub erfolgte mit grossen Schaufelbaggern und durch gezielte Lockerungssprengungen. Durchschnittlich wurden pro Tag zwischen 1200 und 1400 m^3 Felsaushub abtransportiert. Anschliessend erfolgten die Rohbauarbeiten für die Wehrinsel, in welcher die elektrische und leittechnische Steuerung untergebracht ist, und für die Stauwehrfelder sieben, sechs und fünf.

Nachdem die Rohbauarbeiten in der ersten Stauwehrbaugrube im Dezember 2004 grösstenteils abgeschlossen werden konnten, wurde mit der Montage der grossen Stauwehrschützen begonnen. Vorgängig war aber die Montage des 65-Tonnen-Portalkranes, welcher auch für den späteren Kraftwerksbetrieb benötigt wird, erforderlich. Dieser wurde Ende November 2004 angeliefert und konnte bereits ab Mitte Januar 2005 für die Montage eingesetzt werden.

Nach Fertigstellung der Drucksegmentschütze und aller dafür notwendigen elektrischen und steuerungstechnischen Einrichtungen konnten im April 2005 die

trockenen Funktionsprüfungen erfolgreich durchgeführt werden. Die elektrische Ansteuerung erfolgt über drei Redundanzen, 20 kV aus dem ED-Netz, 6.8 kV vom bestehenden Kraftwerk und einen Notstromdiesel mit 435 kW elektrischer Leistung.

Nach erfolgreichem Abschluss der Inbetriebsetzung im April 2005 konnte anschliessend bis Juni 2005 der Rückbau der Baugrubenumschliessung durchgeführt werden. Nachdem die Baugrubenumschliessung rückgebaut war und die Segmente sieben, sechs und fünf in Hochstellung gebracht wurden, um den Rheinabfluss zu gewährleisten, wurden die Arbeiten für die zweite Baugrube freigegeben.

5.2 Zweite Baugrube

Wie bereits in der ersten Baugrube dargelegt, wurde als Erstes wieder mit dem Schüttdamm für die Erstellung der Baugrubenumschliessung begonnen. Es waren hierfür ca. 25 000 m^3 Schüttmaterial erforderlich. Genauso wie für die erste Baugrube wurden dann die überschnittenen Bohrpfahlwände hergestellt und anschliessend Spundbohlen gestellt. Im August 2005, die Baugrubenumschliessung war nur zur Hälfte fertig gestellt, erreichte uns ein Hochwasser von 3500 m^3/s. Gerade in diesem Bauzustand waren wir voll vom Hochwasser überrascht worden.

Die Baugrube wurde komplett überflutet. Aufgrund der guten Rheinwasservorhersagen für Rheinfelden vom Bundesamt für Hydrologie konnte die Baustelle rechtzeitig geräumt werden. Insgesamt entstand ein Unterbruch von $1^1/_2$ Wochen, was aufgrund des Terminvorlaufes nicht gross störte, und ein Schaden der bereits erstellten Baugrubenumschliessung von ca. 50 T €.

Bereits im September 2005 war die Baugrube geschlossen und somit resultierte wieder eine Hochwassersicherheit von 4000 m^3/s Rheinwasserführung. Sorgen bereitete in dieser Baugrube besonders die Geologie. Am Projektstandort ist bis in Tiefen von 45 Meter Muschelkalk vorhanden, anschliessend ein ca. 10 Meter mächtiger Dolomitfels mit anschliessenden Anhydritbereichen. Trotz vieler geologischen Erkundungen in den Jahren 1991–1993 (Bohrungen bis 100 Meter Tiefe) ist man auf einen Hohlraum in der Nähe der Baugrubenumschliessung von bis zu 23 Meter Tiefe gestossen, welcher aus Sicherheitsgründen mit einer armierten überschnittenen Bohrpfahlwand gesichert werden musste (Gefahr eines Grundbruches). Daraufhin konnte wieder mit dem Aushub begonnen werden, mit den anschliessenden Rohbauarbeiten der Stauwehrfelder vier, drei, zwei und den Montagen der Stauwehrsegmente. Im Dezember 2006 waren die maschinentechnischen sowie die elektro- und leittechnischen Arbeiten abgeschlossen. Nach erfolgreichen trockenen Funktionsprüfungen konnte fünf Monate früher als geplant mit dem Rückbau der zweiten Baugrubenumschliessung begonnen werden. Die Kosten für das Stauwehr konnten ebenfalls massgeblich unterschritten werden. Um den Stau auf das neue Stauwehr verlagern zu können, war es erforderlich, den Anschluss an das Schweizer Ufer mit der unterwasserseitigen Baugrubenumschliessung herzustellen.

Somit konnte am 5. April 2007 der Stau langsam vom alten Stauwehr auf das neue Stauwehr verlagert und das neue

Bild 15. Montage einer Segmentschütze mit dem neuem Portalkran.

Bild 17. Rückbau der Baugrubenumschliessung, erste Baugrube.

Bild 16. Fertig gestellte Wehrfelder sieben, sechs, fünf und Wehrzentrale.

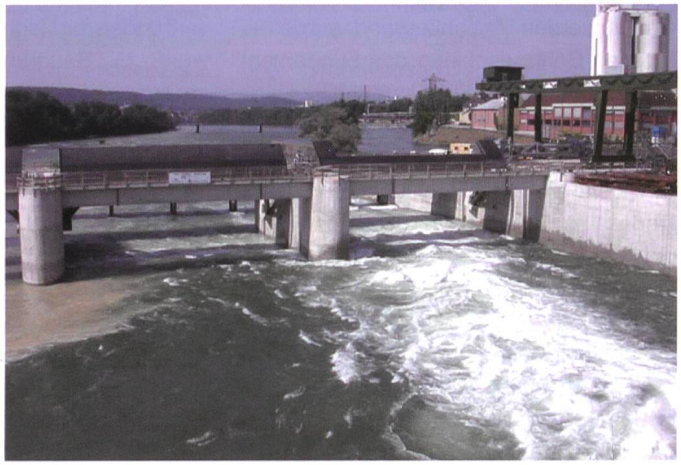


Bild 18. Baugrubenumschliessung, erste Baugrube rückgebaut.

Stauwehr erstmals unter voller Belastung getestet werden. Am 9. April 2007 waren alle Prüfungen erfolgreich abgeschlossen und der Betrieb des alten Kraftwerkes mit neuem Stauwehr aufgenommen. Die Freigabe für den Abbruch des alten Stauwehrs wurde erteilt.

6. Abriss altes Stauwehr

Nachdem das neue Stauwehr im April 2005 in Betrieb genommen und an den Kraftwerksbetrieb übergeben wurde, konnte am 10. April 2007 mit den Rückbauarbeiten des alten Stauwehrs begonnen werden. Der Rückbau des alten Stauwehrs war zwingend notwendig, um die erforderliche Abflusskapazität des neuen Stauwehrs zu erreichen. Von einem geschütteten Damm aus wurden die Stahlteile (Brücken und Schützen der Wehrfelder sowie Grundablässe) rückgebaut. Bereits Ende April 2007 konnte mit dem Betonabbruch des ersten Grundablasspfeilers begonnen werden. Dies erfolgte mit einem Bagger von einem Ponton aus. Der Bagger war mit GPS bestückt, sodass auch die erforderlichen Baggerungen unter Wasser in Zentimetergenauigkeit durchgeführt werden konnten. Da bereits das neue Stauwehr in Betrieb und somit eine gewisse Grundströmung vorhanden war, konnten die Baggerungen nur bis zu einer Rheinwasserführung von 1000 m^3/s durchgeführt werden. Dies galt vor allen Dingen auch für den Transport des Abbruchmaterials mit Schuten/Pontons an Land. Aufgrund der von Ende Mai bis Anfang September 2007 konstant zu hohen Rheinabflüsse mussten die Abbrucharbeiten ruhen. Besonders getroffen wurde man dabei durch das Hochwasser am 09. August 2007 von 4150 m^3s. Nur mit zusätzlichen grösseren Sicherungsmassnahmen wie anschweissen von Stahlträgern in die alten Pfeiler konnten ein Abdriften des Pontons verhindert werden. Nach Wiederaufnahme der Abbrucharbeiten im September 2007 konnte der Rückbau des alten Stauwehrs zügig weitergeführt und am 11.12.07 fertig gestellt werden.

7. Ökologische Massnahmen

Beim Projekt «Neubau KW Rheinfelden» wurde eine zweistufige Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) durchgeführt. In der ersten Stufe (UVB I) wurde die prinzipielle Umweltverträglichkeit des Projektes behandelt, die zur Konzessionserteilung führte. In der zweiten Stufe (UVB II) wurden dann die Auswirkungen des Neubauvorhabens im Detail untersucht sowie Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen erarbeitet. Neben dem Schutz des Grundwassers und dem Erhalt des Kulturdenkmals «Schloss Beuggen» waren der Landschaftsschutz und der Schutz des Lebensraumes Fliessgewässer wichtige Themen. Diese zwei letztgenannten Bereiche werden im Folgenden behandelt. Im Vergleich zum bestehenden Zustand ergeben sich mit dem Neubau folgende Eingriffe und hieraus abgeleitete Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen:

Eintiefung der Unterwassersohle:

Zur Erhöhung der Energieproduktion wird entlang des Schweizer Ufers die Rheinsohle in einer Breite von ca. 100 m eingetieft. Hierdurch gehen ca. 46% des landschaftsprägenden Gwildes verloren. Das Gwild ist eine der charakteristischen felsigen Stromschnellen (Laufen) des Hochrheins. Bei Niedrigwasser liegt die von tiefen Canyons durchzogene Felslandschaft

Bild 19. Schüttdamm zum Bau der Umschliessung von Baugrube zwei.

Bild 21. Sicherung der Baugrube zwei mit einer armierten Bohrpfahlwand.

Bild 20. Überflutung der Baugrube zwei beim Hochwasser vom August 2005.

Bild 22. Baugrubenumschliessung Maschinenhaus fertig gestellt, Stau auf neues Stauwehr verlegt.

Bild 23. Beginn Abbruch altes Stauwehr, Baugrube Maschinenhaus bereit für Aushub.

Bild 24. Abbruch altes Stauwehr, Ponton mit Abbruchbagger bei Hochwasser.

fast trocken, mit steigendem Abfluss entwickelt sich ein typischer Wildwassercharakter. Entsprechend der Genehmigungsauflagen müssen mindestens 50% der Gwildfläche biologisch funktionsfähig erhalten bleiben. Die hierzu erforderliche Benässung des Gwilds mit Q = 30 m^3/s erfolgt durch eine zusätzliche Dotierturbine im Trennpfeiler zwischen Krafthaus und Wehr. Diese beschickt das Tosbecken und von dort aus das Gwild. Durch den Wegfall eines Teiles des Gwilds und die geringere Überflutung des verbleibenden Gwilds verändert sich das Landschaftsbild. Entlang des deutschen Ufers wird mit dem neuen Flusslauf im alten Kraftwerkskanal und der felsigen Umbauung der Kanalmauer ein neues landschaftsprägendes Naturelement geschaffen.

Erhöhung des Einstaus im Oberwasser um 1.40 m:

Dies führt zu einer Verringerung der Fliessgeschwindigkeit und damit zu einer Verschlechterung des Lebensraums für rheophile (strömungsliebende) Arten, d.h. für typische Fliessgewässerarten. Durch die Errichtung eines naturnahen Fliessgewässers im Bereich des alten Kraftwerkkanals werden neue Lebensräume für strömungsliebende Arten, insbesondere für die bedrohten Kieslaicher, geschaffen. Dieses Fliessgewässer wird mit einer Länge von ca. 900 m, einer Breite von ca. 60 m und mit einem Abfluss von 10–35 m^3/s die Grösse und den Charakter eines Flusses aufweisen und stellt somit die dominierende Ausgleichs-Ersatz-Massnahme innerhalb des Projektes dar.

Dieser Flusslauf wird mit kiesigen Stromschnellen, überströmten Kiesbänken, Kiesinseln und reich strukturierten Ufern nicht nur Fischen, sondern auch vielen anderen Tierarten, z.B. Vögeln, geeignete Lebensräume bieten. Die Gestaltung basiert auf Musterstrukturen im Rhein und auf Modellversuchen der Universität Karlsruhe, in denen einzelne Strukturen und Teilabschnitte hydraulisch untersucht wurden. Dieses Fliessgewässer ist in dieser Grössenordnung ein weltweit einzigartiges Vorhaben. Mittlerweile sind an der Aare zwei vergleichbare Umgehungsgewässer, allerdings mit wesentlich geringeren Abmessungen und Abflüssen (Q=2.0–5.0 m^3/s) in Betrieb (Gebler, 2002).

Zusätzlich wurden im UVB II weitere 64 Massnahmen festgeschrieben, die sich in Schutz-, Erhaltungs- und Ausgleichsmassnahmen aufgliedern. Vorgesehen sind hierbei vielfältige Strukturverbesserungen der Rheinufer und in den angrenzenden Vorlandbereichen. Grossen Raum nehmen auch die Anpassungsmassnahmen im Stauraum an den zukünftig höheren Stauspiegel ein. Weitere ökologische Verbesserungen ergeben sich durch einen gross dimensionierten Fischpass am Krafthaus (Schweizer Ufer). Auch ist mit den neuen Turbinen eine wesentlich geringere Schädigungsrate für Fische verbunden.

7.1 Massnahmen im Zusammenhang mit dem «verzögerten» Bau des Krafthauses

Die Genehmigung des von ED beantragten verzögerten Baus des Krafthauses war mit zusätzlichen Ausgleichsmassnahmen verbunden. Hierdurch sollte insbesondere die verzögerte Umsetzung des naturnahen Fliessgewässers ausgeglichen werden. Insgesamt wurden im Jahr 2004 neun zusätzliche Strukturmassnahmen (Kiesbänke, Uferbuchten, Uferrenaturierung) realisiert. Die grösste Massnahme war hierbei ein zusätzlicher Fischpass zwischen neuem Wehr und der Kanalmauer, der als naturnaher Raugerinne-Beckenpass gestaltet wurde.

Dieser ursprünglich als temporäre Massnahme vorgesehene Fischpass wird später in das Gesamtprojekt integriert und weiter betrieben. Somit werden zukünftig am Kraftwerk Rheinfelden drei verschiedene Fischwege in Betrieb sein: naturnahes Fliessgewässer und je ein Fischpass am linken Ufer (Krafthaus) und rechten Ufer (Wehr). Eine Bilanzierung der positiven und negativen ökologischen Eingriffe kommt zu dem Schluss, dass gegenüber dem jetzigen Zustand eine ökologische Aufwertung erfolgt.

8. Bauperipherie (Massnahmen aufgrund Höherstau)

Mit der in 1989 erteilten Konzession wird von den Genehmigungsbehörden zur Optimierung der Energieproduktion ein Höherstau im Oberwasser von 1.4 Metern gefordert. Aufgrund der geologischen Verhältnisse (Muschelkalkfels) kommuniziert das Grundwasser direkt mit dem Rheinwasserspiegel, was auch mit dreidimensionalen Grundwassermodellrechnungen bestätigt wurde. Mit dieser veränderten Grundwassersituation sind Anlagen wie das denkmalgeschützte Schloss Beuggen, Teile der Evonik Degussa Rheinfelden, Teile der Firma Aluminium Rheinfelden, Werksteil III und kleinere Anlagen am Ufer (Fischerhütten, Angelsporteinrichtungen usw.) vom Höherstau betroffen.

8.1 Sicherung Schloss Beuggen

Bereits im Rahmen des Konzessionsverfahrens wurden zur Sicherung der betroffenen Gebäude zwei Varianten im Detail untersucht. Diese beiden Varianten waren wie folgt:

- Einfassung sämtlicher Gebäude durch eine dichte Spundwand und dauerhafte Grundwasserhaltung.
- Sicherung der einzelnen betroffenen Gebäudekeller durch Horizontalinjektionen und Verzicht einer weiteren Nutzung durch den Eigentümer.

In Zusammenarbeit mit der Eigentümerin, die evangelische Landeskirche Baden, dem Landesdenkmalamt und den Genehmigungsbehörden zeigte sich, dass eine direkte Gebäudesicherung der betroffenen Keller mit einem Horizontaldichtungsschleier im Mauerwerk und einer äusseren und inneren Abdichtung mit Auffüllung der Keller die denkmalschonendste Sicherungsmassnahme ist. Der Verzicht zur Nutzung der betroffenen Kellerräume wurde entschädigt. Rheinuferseitig werden die Gebäude durch eine Anschüttung mit baulichen Massnahmen gesichert. Die Uferbepflanzung wird in Abstimmung mit den Vertretern der Ökologie soweit wie möglich erhalten bzw. neu gestaltet.

Die baulichen Sicherungsmassnahmen sollen 2008/2009 durchgeführt werden, sodass sie rechtzeitig vor dem Höherstau im Oktober 2010 abgeschlossen sind.

8.2 Evonik Degussa Rheinfelden

Von dem im Zusammenhang mit dem Höherstau ansteigenden Grundwasserspiegel sind auch einige Gebäudekeller- und Rohrleitungskanäle der Evonik Degussa, Werk Rheinfelden, Werksteil Nord betroffen. Für diese endgültige Bestimmung der vom Höherstau betroffenen baulichen Anlagen wurde das vorhandene Grundwassermodell im Frühjahr 2007 noch einmal auf der Basis aktueller Stichtagsmessungen überprüft. Der genaue Leistungsumfang konnte auf dieser Grundlage im Sommer 2007 definiert werden. Die erforderlichen Ingenieurleistungen wurden an ein qualifiziertes Ingenieurbüro vergeben. Ab Anfang 2008 werden die Ausführungsplanungsleistungen durchgeführt, die bis Ende 2008 abgeschlossen sein sollen. Im Anschluss daran werden die in Abstimmung mit der Evonik Degussa geplanten Massnahmen im Jahr 2009 unter Berücksichtigung der betrieblichen Belange des Nutzers umgesetzt. Die Fertigstellung der Gebäudesicherungsmassnahmen ist für das Frühjahr 2010 geplant.

8.3 Aluminium Rheinfelden, Werk III

Bei dem Werk III der Aluminium Rheinfelden sind eine Vielzahl von Gebäudekellern von dem Höherstau im Oberwasser betroffen. Für die Planung und die Bauüberwachung der Gebäudesicherungsmassnahmen wurde im September 2007 ein qualifiziertes Planungsbüro beauftragt. Im Anschluss daran wurden ergänzende bauliche Bestandsaufnahmen durchgeführt. Die weiteren Planungsschritte sind für das Jahr 2008 geplant, die Ausführung der Gebäudesicherungsmassnahmen ist für das Jahr 2009 vorgesehen. Für einen Teilbereich wird parallel noch einmal das vorhandene Grundwassermodell auf Plausibilität überprüft. Der Abschluss der Gebäudesicherungsmassnahmen ist für das Frühjahr 2010 vorgesehen.

8.4 Weitere Anlagen im Höherstaubereich

Die im Höherstau betroffenen Anlagen wie Fischerhütten, Angelsporteinrichtungen und Zugangsmöglichkeiten werden derzeit mit den Eigentümern besprochen. Die Sicherung dieser Anlagen ist ebenfalls in 2009 vorgesehen, also rechtzeitig vor dem Höherstau.

9. Deponierung Aushubmaterial

Eines der grössten Probleme bei der Realisierung dieses Projektes war die Deponierung des Aushubmaterials von Stauwehr,

Bild 25. Neuer Raugerinnebeckenfischpass an der bestehenden Kanalmauer.

Bild 27. Anlage Schloss Beuggen.

Bild 26. Ausgleichsmassnahmen Rheinufer.

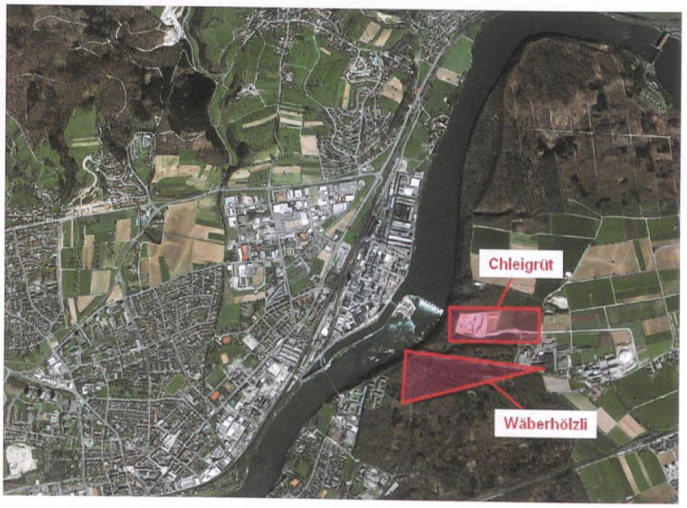


Bild 28. Deponierungsstandorte Wäberhölzli/Chleigrüt.

Maschinenhaus und der Unterwassereintiefung. Aufgrund von Profilaufnahmen im Flussgrund mittels Echolote wusste man, dass ca. 1.3 Mio. m^3 Fels (ein kleiner Teil davon als Schotter) ausgebaggert und deponiert werden müssen. Dies bedeutete, dass ca. 1.6 Mio. m^3 bei einem angenommenen Einbaufaktor von 1.2 deponiert werden mussten.

Während der Umweltverträglichkeitsuntersuchung wurde sofort erkennbar, dass Deponierungsstandorte in grösserer Entfernung und der dadurch verbundenen Transporte durch die Stadt Rheinfelden nicht umweltverträglich sind. In Zusammenarbeit mit der Stadt Rheinfelden wurde dann eine sehr gute Lösung gefunden, die sich wie folgt darstellte:

- 600 000 m^3 in der sich direkt neben der Baustelle befindliche und zurzeit von der Stadt ausgebeuteten Kiesgrube Chleigrüt zu deponieren und
- 1 000 000 m^3 Material in eine frühere Kiesgrube, im sogenannten Wäberhölzli, die damals nicht komplett wieder aufgefüllt war, unterzubringen.

Der Nachteil dieser alten Kiesgrube Wäberhölzli war, dass sie bereits seit 1988 wieder aufgeforstet wurde. Somit war nach Schweizer Waldgesetz eine Rodungsbewilligung erforderlich, die mit dem Bauantrag 1994 eingereicht wurde. Bereits 1995, im Rahmen der Baugenehmigung, verlangten die Schweizer Behörden ein weiteres Materialbewirtschaftungskonzept. Nach Abwägung aller Varianten bestätigte sich die Lösung Chleigrüt / Wäberhölzli als die ökonomisch und ökologisch beste. Aufgrund des im Jahr 2000 und im Mai 2002 beantragten und genehmigten Änderungsprojektes mit dem Beginn der Baumassnahmen von deutscher Seite aus (erst Stauwehr, dann Maschinenhaus) waren auch Deponie- und Verwertungsmöglichkeiten auf deutscher Seite vorhanden. Damit kann ein Grossteil des Aushubmaterials in einem in der Nähe liegenden Steinbruch deponiert und sogar vor Ort das gute Felsmaterial wieder aufbereitet und im Strassenbau weiterverwendet werden. Durch diese neue Möglichkeit konnte man auf diesen sehr empfindlichen ökologischen Eingriff durch die Rodung im Wäberhölzli verzichten.

10. Bau Maschinenhaus

Mit dem Bauentscheid für das Maschinenhaus im Juli 2005 durch den Vorstand der ED AG und die Aufsichtsgremien wurde sofort mit der Ausführungsplanung und Ausschreibungsplanung für das Maschinenhaus begonnen. Den Planungsauftrag erhielt die Ingenieurgemeinschaft Fichtner aus Stuttgart und Pöyry aus Zürich. Gemeinsam mit dem planenden Ingenieur wurde vereinbart, die Arbeiten in sieben Losen auszuschreiben, wobei das Baulos aufgrund von Terminproblemen in zwei Unterlose (Baugrubenumschliessung/Aushub und Rohbau) aufgeteilt wurde. Da ED ein Stromversorgungsunternehmen ist, war eine europaweite Ausschreibung erforderlich. Es konnte aber gemäss den EU-Sektorenrichtlinien das Verhandlungsverfahren angewendet werden. Es wurden folgende Lose ausgeschrieben und vergeben:

- Los 1 (Aushub / Baugrubenumschliessung / Rohbau) ging an eine deutsch-schweizerische ARGE Züblin, Schleith GmbH, Implenia, Rothpletz-Lienhard.
- Los 2 (Turbinen / Generatoren) an die Firmen Voith-Siemens in Heidenheim und Alstom in Birr.
- Los 3 (Stahlwasserbau) an die Firma Künz in Hard, Österreich.
- Los 4 (Elektrotechnik) an die Firma AREVA in Karlsruhe und Baden CH.
- Los 6 (Heizung, Klima, Lüftung) an die Firma Bühr in Gerlingen.

Aufgrund der zügigen Planung und Auftragsvergaben konnte bereits im September 2006 mit den vorbereitenden Arbeiten für das Maschinenhaus begonnen werden. Als Erstes musste die Zufahrt von der Schweizer Seite her erstellt werden. Dies bedeutete, dass die vorhandene Böschung geöffnet werden musste. Anschliessend wurde der sogenannte Werkplatz, der später für den Betrieb des Kraftwerks erforderlich ist, ausgehoben. Das dabei angefallene Kiesmaterial in Höhe von 170 000 m^3 wurde östlich der Baustelle gelagert, um es für die Vor-Ort-Betonaufbereitung zu verwenden. Für das Maschinenhaus werden ca. 120 000 m^3 Beton benötigt. Somit entstehen keine Betontransporte durch die Städte, was ökologisch sehr vorteilhaft ist. Das Los fünf (Leittechnik) wurde im Frühjahr ausgeschrieben und zwischenzeitlich vergeben. Für das Los sieben (Rückbau bestehendes Krafthaus) ist die Vergabe in 2009 geplant.

Anschliessend wurde die unterwasserseitige Baugrubenumschliessung erstellt, die für die Stauverlegung dringend erforderlich war. Am 09. April 2007 konnte daraufhin, wie im Kapitel 5 Stauwehr beschrieben, die Stauverlagerung erfolgen. Parallel dazu wurde bereits die Dammschüttung für die Unterwassereintiefung durchgeführt. Der Aushub erfolgt, wie beim Stauwehr, mittels Lockerungssprengungen. Um die erforderlichen Termine einhalten zu können, muss eine Abbauleistung von 4000 m^3/Tag erreicht werden.

Termingerecht war am 14.07.2007 die Baugrubenumschliessung fertig gestellt, die Baugrube konnte entleert und mit dem Aushub begonnen werden.

Bereits bei den geologischen Untersuchungen im Jahre 1991/1993 wurde ersichtlich, dass der Bereich Maschinenhaus geologisch sehr problematisch auf-

Bild 29. Zufahrt Baustelle von Schweizer Seite hergestellt.

Bild 30. Beginn der Rheineintiefung im Schutze eines Schüttdammes.

Bild 31. Mit den Betonierarbeiten wurde im Februar 2008 begonnen, die ersten Saugrohrpanzerungen wurden eingebracht.

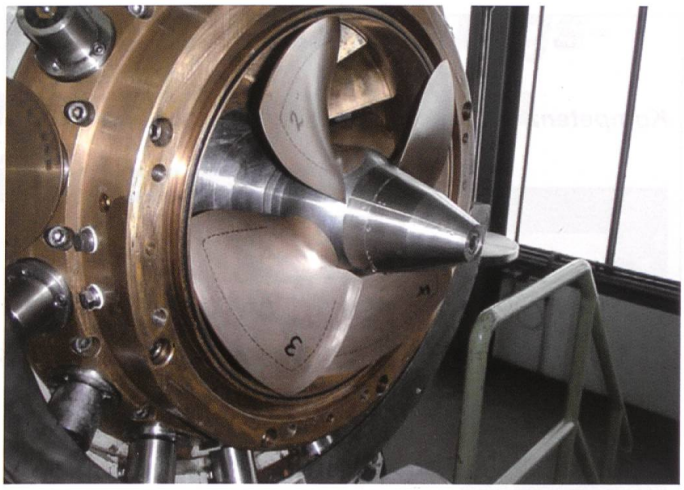


Bild 32. Modell für die Turbinenversuche.

grund von Verwerfungen/Hohlräumen im Untergrund und Durchlässigkeiten im Fels von 10^{-4} (m/s) werden würde. Des Weiteren hat man bei den Erkundungsbohrungen festgestellt, dass der Muschelkalkfels bis in eine Tiefe von ca. 45 Meter reicht und anschliessend ein sehr kompakter Dolomitfels mit einer Durchlässigkeit von 10^{-8} (m/s) ansteht, der eine Mächtigkeit von bis zu 10 Metern hat. Zusammen mit dem Geologen wurde beschlossen, den erforderlichen Dichtungsschleier bis in den Dolomitfels abzuteufen. Dieser Dichtungsschleier ist erforderlich, damit kein Rhein- oder Grundwasser in die Baugrube eindringt. Das Ziel war eine Dichtigkeit von 10^{-6} (m/s) zu erreichen. Das Programm für die Herstellung des Dichtungsschleiers war, mit den Primärinjektion alle 6 Meter zu beginnen, dann die Sekundärinjektionen dazwischen alle 3 Meter und falls keine ausreichende Dichtigkeit hergestellt werden kann, die Tertiärinjektionen alle 1.5 Meter und die Quartärinjektion alle 0.75 Meter auszuführen. Es zeigte sich bereits bei den ersten Bohrungen und Injektionen, dass der Untergrund so durchlässig ist, dass die Injektionen nur mit hydrostatischer Verfüllung möglich waren. Weiterhin wurden in vier Bereichen Hohlräume in grösseren Ausmassen und in verschiedenen Tiefen angetroffen, wie zum Beispiel in der oberwasserseitigen Baugrubenumschliessung in einer Tiefe von 19 Meter ein 20 Meter grosser Hohlraum. Diese grossen Hohlräume zu sichern, war nur mit einer überschnittenen Bohrpfahlwand oder mit Hochdruckinjektionen möglich. Insgesamt wurden für die Baugrubenumschliessung, die eine Gesamtlänge von 820 Meter hat, 1000 Injektionsbohrungen ausgeführt. Dabei wurden ca. 12 000 t Injektionsmaterial im Untergrund verpresst.

Der Erfolg dieses Injektionsschleiers zeigte sich darin, dass statt der erwarteten Pumpmenge für die Baugrubenentwässerung von 1500 l/s nur 300 l/s gepumpt werden mussten. Die Planung und Fertigung der Komponenten der Lose zwei, drei, vier und sechs laufen termingerecht. Die Turbinenmodellversuche wurden im Juni 2007 erfolgreich abgeschlossen. Alle garantierten Werte können eingehalten werden, die Jahresproduktion liegt sogar leicht höher als erwartet.

Modell	
Massstab	1: 19,12
Laufrad Ø	340 mm
Drehzahl	1500 u/min

Ergebnisse	
Turbinenleistung	25 MW
Max. Turbinendurchfluss	375 m^3/s
Jahresarbeit	606 Mio. kWh
Wirkungsgrad	bis 94%
Kavitationsabstand	15%

11. Stand 2008 und Ausblick

Bis Ende Januar 2008 wurde der Aushub für das Maschinenhaus fertig gestellt. Somit wurde dann der tiefste Punkt erreicht, welcher ca. 30 Meter unter dem Rheinwasserspiegel liegt, für die Pumpensümpfe sogar 35 Meter. Anschliessend wurde mit den Betonarbeiten begonnen. Die ersten Einbauteile der Turbine konnten bereits im Juni 2008 geliefert und eingebaut werden. Die Anlieferung der Turbinen und Generatoren erfolgt ab Mitte 2009. Die erste Turbineneinheit soll im April 2010 in Betrieb gehen, die weiteren drei im zweimonatigem Rhythmus. Somit werden alle vier Turbinengruppen 2010 den Betrieb aufnehmen. Parallel dazu läuft die Unterwassereintiefung, die bis ins Jahr 2011 fertig gestellt werden soll. Nach Betriebsaufnahme von zwei neuen Turbineneinheiten wird der Oberwasserzulaufkanal abgesperrt und das alte Kraftwerk im Herbst 2010 ausser Betrieb genommen. Anschliessend erfolgt der Rückbau des alten Krafthauses, der Anschluss der Energieableitung an das deutsche Ufer sowie die Gestaltung des naturnahen Fischaufstiegs- und Laichgewässers. Somit kann das Gesamtprojekt mit allen ökologischen Massnahmen bis ca. Ende 2011 fertig gestellt werden.

Anschrift der Verfasser
Helmut Reif, Diplomingenieur, Projektleiter
Neubau Kraftwerk Rheinfelden
Energiedienst Holding AG
Rheinkraftwerk Laufenburg
D-79603 Rheinfelden
helmut.reif@energiedienst.de

Armin Fust, Dr. sc. techn., dipl. Ing. ETH
Projektverantwortlicher Neubau Kraftwerk Rheinfelden
Energiedienst Holding AG
Rheinkraftwerk Laufenburg
CH-5080 Laufenburg
Tel. +41 (0)62 869 23 30
armin.fust@energiedienst.ch

terra vermessungen

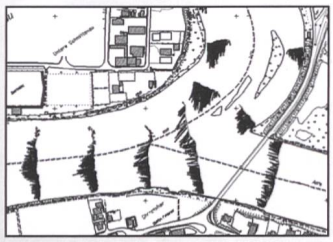
Kompetenz in der Messtechnik:

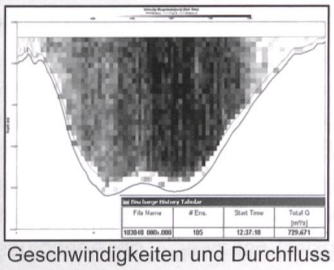
Echolot

Georadar

Messsysteme

...Strömungsmessungen


Strömungsvektoren


Geschwindigkeiten und Durchfluss

Ingenieurvermessung • GPS • Hydrographie • Georadar • autom. Messsysteme • Gleismesswagen • Architekturvermessung • statisches und dynamisches Laserscanning • Archäologie

terra vermessungen ag, Obstgartenstr. 7, 8006 Zürich
Tel. 043 255 20 30, Fax 043 255 20 31, terra@terra.ch

Fachinformationen auf www.terra.ch

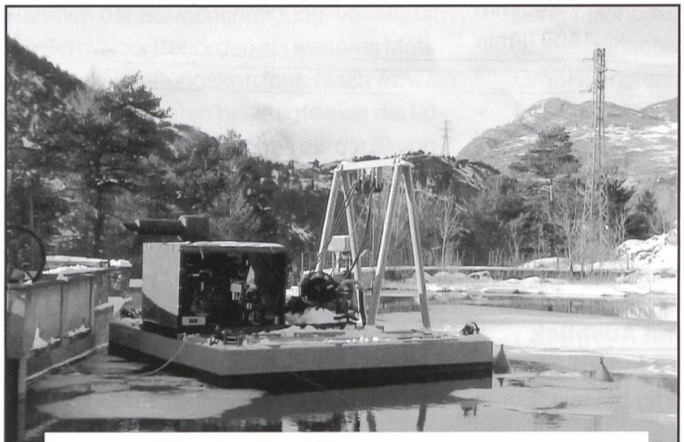
Transport und Versetzen Erdgasleitung, Rohrgewicht 12 Tonnen

Wir lösen Ihr Transportproblem

Wir montieren und betreiben Materialseilbahnen bis 20 Tonnen Nutzlast

Zingrich
Cabletrans GmbH
3714 Frutigen

Telefon 033 671 32 48
Fax 033 671 22 48
Natel 079 208 90 54
info@cabletrans.com
www.cabletrans.com



UNTERHALT VON STAUANLAGEN

- Stauseevermessungen
- Enschlammung von Staubecken
- Kontrolle von Rechen, Schiebern, Grundablässen, Druckleitungen
- Spezialarbeiten

Hydro Maintenance Service
c/o FMB Engineering AG
Grienbachstrasse 39, 6340 Baar
Telefon 041 761 68 38

info@hmservice.ch
www.hmservice.ch

HYDRO MAINTENANCE SERVICE

Müller & Panther
Executive Search
Consulting

Bereit für eine neue Herausforderung?

Das trifft sich gut, denn wir sind Spezialisten für die Vermittlung von Ingenieuren.

Unsere Mandanten suchen (m/w):

Bauingenieure
Elektroingenieure
Maschineningenieure

im Bereich Wasserkraft. Haben Sie mehrjährige Erfahrung im Bereich Wasserkraft und Energieversorgung, so warten wir auf Sie!

Interessiert?

Wir freuen uns, wenn wir Ihrer Karriere Schub verleihen dürfen. Bitte melden Sie sich direkt bei unserem Herrn Simon Müller, Managing Director.

Müller & Panther GmbH
Badenerstrasse 9
CH-5201 Brugg

Tel +41(0) 56 241 00 91
Fax +41(0) 56 250 03 81

www.muellerundpanther.ch
s.mueller@muellerundpanther.ch